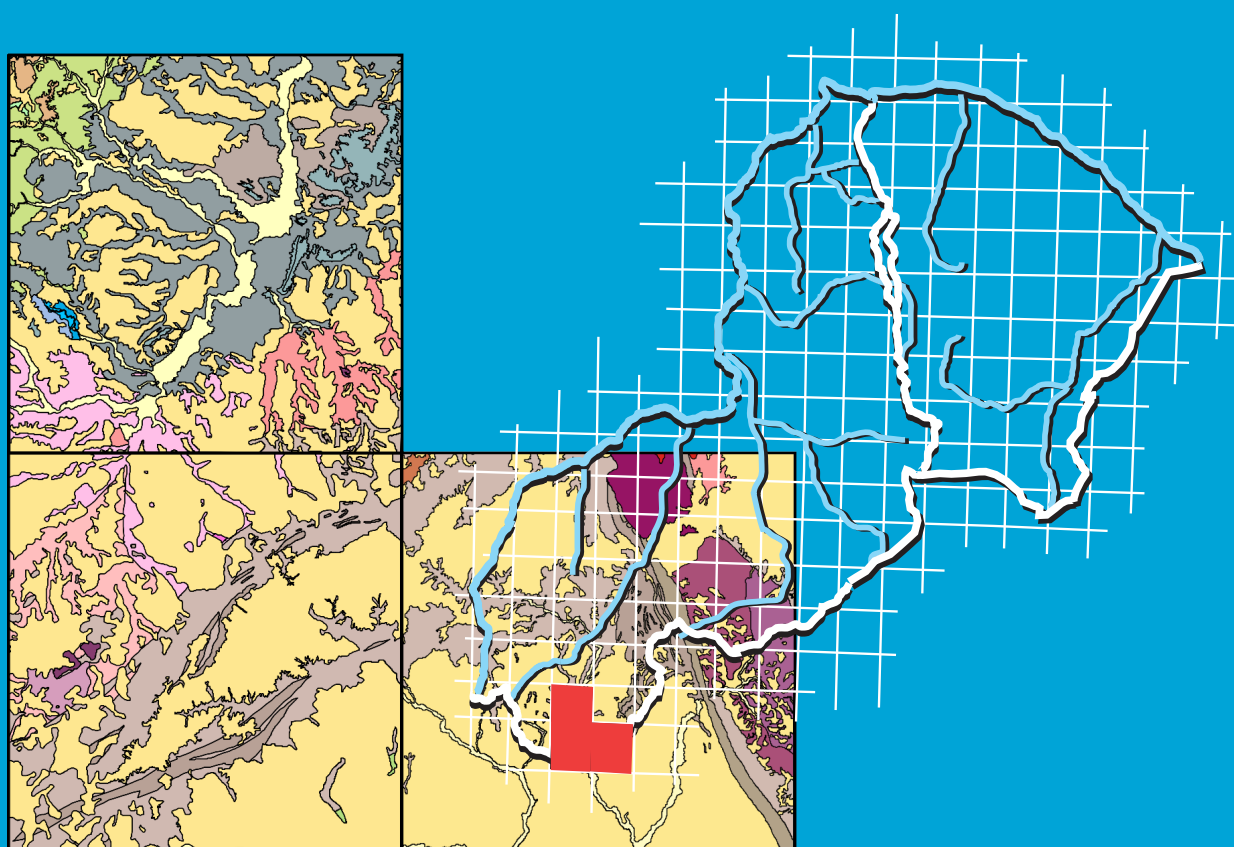


**Programa Geologia do Brasil**  
**Levantamentos Geológicos Básicos**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DAS  
FOLHAS PARNAGUÁ – SC.23-Z-A-I,  
RIO PARAIM – SC.23-Z-A-IV,  
MANSIDÃO – SC.23-Z-A-V**



**Escala: 1:100.000**  
**2017**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

RESIDÊNCIA DE TERESINA

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DAS**  
**FOLHAS PARNAGUÁ (SC.23-Z-A-I);**  
**RIO PARAÍM (SC.23-Z-A-IV)**  
**E MANSIDÃO (SC.23-Z-A-V)**

**ESCALA 1:100.000**

**ESTADOS DO PIAUÍ E BAHIA**

**Francisco Rubens de Sousa**  
**Magno de Sá Freitas**  
**Joaquim das Virgens Neto**



TERESINA  
2017

CPRM – RESIDÊNCIA DE DE TERESINA  
RUA GOIÁS, 312 – SUL  
TERESINA - PI - BRASIL  
CEP: 64001-570  
TEL.: (86) 3222-4153  
FAX: (86) 3222-6651  
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR

S725g Sousa, Francisco Rubens de

Geologia e recursos minerais da Folha Parnaguá, Rio Paraim e Mansidão, Estados do Piauí e Bahia / Francisco Rubens de Sousa, Magno de Sá Freitas e Joaquim das Virgens Neto. – Escala 1:100.000. – Teresina: CPRM, 2017.

107 p.: il. Color. .

Programa Geologia do Brasil

ISBN 978-85-7499-312-6

1. Geologia – Brasil – Piauí - Bahia. 2. Recursos Minerais – Brasil – Piauí - Bahia. 3. Geologia estratigráfica – Pré-Cambriano. 4. Bacia do Parnaíba. 5. Bacia do Araçá. I. Freitas, Magno de Sá. II. Virgens Neto, Joaquim das. III. Título

CDD 558.122

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Paula da Silva – CRB 3/1441

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

RESIDÊNCIA DE TERESINA

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS PARNAGUÁ, RIO PARAÍM E MANSIDÃO**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

Fernando Coelho Filho  
*Ministro de Estado*

Paulo Pedrosa  
*Secretário Executivo*

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Vicente Humberto Lôbo Cruz  
*Secretário*

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM**

Eduardo Jorge Ledsham  
*Diretor-Presidente*

José Carlos Garcia Ferreira  
*Diretor de Geologia e Recursos Minerais*

Stênio Petrovich Pereira  
*Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial*

Esteves Pedro Conalgo  
*Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento*

José Carlos Garcia Ferreira  
*Diretor de Administração e Finanças (interino)*

Marco Túlio Naves de Carvalho  
*Chefe do Departamento de Geologia (interino)*

José Leonardo Silva Andriotti  
*Chefe do Departamento de Recursos Minerais (interino)*

Edilton José dos Santos  
*Chefe da Divisão de Geologia Básica*

Evandro Luiz Klein  
*Chefe da divisão de Geologia Econômica*

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto  
*Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica*

Patricia Duringer Jacques  
*Chefe da Divisão de Geoprocessamento*

Marília Santos Salinas Rosário  
*Chefe da Divisão de Cartografia*

José Márcio Henriques Soares  
*Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação (interino)*

José Márcio Henriques Soares  
*Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação*

**RESIDÊNCIA DE TERESINA**

Evaldo Lira  
*Chefe da Residência*

Francisco Rubens de Sousa  
*Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais*

Francisca de Paula da Silva e Lima  
*Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento*

Jean Ricardo da Silva Nascimento  
*Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial*

Thiago Moraes Sousa  
*Assistente de Administração e Finanças*



**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

RESIDÊNCIA DE TERESINA

**CRÉDITOS AUTORAIS**

Francisco Rubens de Sousa

Magno de Sá Freitas

Joaquim das Virgens Neto

---

**CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO**

**1. INTRODUÇÃO**

Magno de Sá Freitas

**2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL**

Magno de Sá Freitas

**3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**

Francisco Rubens de Sousa

**4. GEOFÍSICA**

Elizângela Soares Amaral

**5. GEOLOGIA ESTRUTURAL**

Joaquim das Virgens Neto

**6. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA**

Carlos Alberto Cavalcante Lins

**7. RECURSOS MINERAIS**

Francisco Rubens de Sousa

**8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Magno de Sá Freitas

Joaquim das Virgens Neto

Francisco Rubens de Sousa

**9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Magno de Sá Freitas

Joaquim das Virgens Neto

Francisco Rubens de Sousa

**MAPAS GEOLÓGICOS**

Magno de Sá Freitas

Joaquim das Virgens Neto

Francisco Rubens de Sousa

**SIG GEOLÓGICO**

Maria Tereza Barradas

Francisca de Paula da Silva Lima

Gabriel Araújo dos Santos

**COORDENAÇÃO TÉCNICA REGIONAL**

Elizângela Soares do Amaral

**COLABORAÇÃO TÉCNICA**

Vladimir da Cruz Medeiros

Erison Soares Lima

Magda Teresinha Guimarães

Edu Lucas dos Santos (*in memoriam*)

**REVISÃO FINAL**

Edilton José dos Santos – DIGEOB

**PROJETO GRÁFICO (DIAGRAMAÇÃO) - GERIDE-SP**

Marina das Graças Perin

**PROJETO GRÁFICO (PADRÃO CAPA/EMBALAGEM-DERID/DIMARK)**

Ernesto Von Sperling

José Márcio Henrique Soares

Washington José Ferreira Santos

# APRESENTAÇÃO

---

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil é responsável pela retomada em larga escala dos levantamentos geológicos básicos do país. Este programa tem por objetivo fornecer subsídios para novos investimentos em pesquisa mineral e para a criação de novos empreendimentos mineiros. Além disso, os dados obtidos no âmbito desse programa podem ser utilizados em ações de gestão territorial e de recursos hídricos, dentre inúmeras outras aplicações de interesse social.

As folhas Parnaguá, Rio Paraim e Mansidão compõem o Projeto Piloto e estão inseridas nas províncias do São Francisco e Parnaíba. Os trabalhos desenvolvidos na área permitiram uma reorganização da coluna litoestratigráfica da área, além da subdivisão do embasamento gnáissico em cinco unidades e melhor caracterização faciológica das bacias do Parnaíba e Araçá e dos metassedimentos da Faixa de Dobramento Rio Preto.

Mais de oitenta ocorrências minerais das mais diferentes classes utilitárias foram cadastradas durante o mapeamento, sendo mais importantes, os depósitos de manganês em Mansidão (BA) e as ocorrências de manganês, titânio e grafita.

Nas folhas que compõem este projeto, Parnaguá (SC.23-Z-A-I), Rio Paraim (SC.23-Z-A-IV) e Mansidão (SC.23-Z-A-V), escala 1:100.000, foram compiladas e integradas todas as informações geológicas, geoquímicas, geofísicas, geotectônicas e de recursos minerais disponíveis na região, complementadas com a interpretação de fotografias aéreas e de imagens de satélite, acompanhada de intensa programação de trabalhos de coleta de dados de campo e da elaboração de um texto explicativo. Todos estes dados estão hospedados em robusto e moderno banco de dados (GEOBANK) da CPRM.

Com mais este lançamento, executado pela Residência de Teresina, o Serviço Geológico do Brasil segue dando cumprimento à política de atualizar o conhecimento geológico do país, seja pela retomada dos levantamentos geológicos básicos, nas escalas 1:00.000 e 1:250.000, dos levantamentos aerogeofísicos ou pelas integrações estaduais na escala 1:500.000 e 1:1.000.000, contribuindo desta forma, com o resgate da infraestrutura de desenvolvimento regional, como subsídio importante à formulação de políticas públicas e apoio às tomadas de decisão de investimentos.

EDUARDO JORGE LEDSHAM  
Diretor Presidente

JOSÉ CARLOS GARCIA FERREIRA  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais



# RESUMO

---

Nos últimos anos, as rochas Pré-Cambrianas do sudeste piauiense e noroeste da Bahia vêm sendo mapeadas de forma sistemática em diversas escalas. As folhas Mansidão, Rio Paraim e Parnaguá compõem o Projeto Piloto e estão inseridas nessa região, possuindo mapeamentos de reconhecimento regional que abrangem as províncias do São Francisco e Parnaíba. Os trabalhos de campo, bem como as análises realizadas durante este projeto, permitiram uma reorganização da coluna litoestratigráfica das folhas acima citadas, além da subdivisão do embasamento gnáissico e melhor caracterização faciológica das bacias do Parnaíba e Araçá e dos metassedimentos da Faixa de Dobramento Rio Preto.

As rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba estão presentes apenas na Folha Parnaguá, perfazendo mais de 70% da mesma.

O contexto geológico regional das folhas é aquele das Províncias São Francisco e Parnaíba, unidades geotectônicas de evolução orogênica decorrida, essencialmente, no Proterozoico e Paleozoico, respectivamente, com forte presença de cobertura detrítica cenozoica. Destaca-se aqui inserida neste contexto a Faixa de Dobramentos Rio Preto e o Cráton do São Francisco na Província do São Francisco e as bacias do Araçá e Parnaíba, na Província Parnaíba. As folhas que compõem o projeto do ponto de vista da geologia econômica dispõem de depósitos e ocorrências minerais importantes. Noventa e quatro ocorrências minerais das mais diferentes classes utilitárias foram cadastradas durante o mapeamento das folhas que compõem o referido projeto, sendo mais importantes os depósitos de manganês em Mansidão (BA) e as ocorrências de ferro, cobre manganês, titânio e grafita. A integração de dados de campo e laboratoriais permitiu detalhar estratigraficamente as unidades do embasamento, complexos Cristalândia do Piauí e Júlio Borges; granitoides Mansidão com foliação subvertical paralela a Serra do Boqueirão; as rochas supracrustais do Grupo Rio Preto; os metarenitos da Unidade Serra da Mamona (Grupo Bambuí); rochas metassedimentares da Bacia do Araçá; corpos metamáficos e metaultramáficos e rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba.



# ABSTRACT

---

In recent years, the Precambrian rocks of Piauí southeast and northwest of Bahia have been mapped systematically in different scales. The charts Mansidão, Paraim River and Parnaguá make up the Pilot Project and are inserted in this region, having regional recognition mappings covering the provinces of São Francisco and Parnaíba. Field studies and analyzes conducted during this project allowed a reorganization of the lithostratigraphic column of the above charts, besides the gneissic basement subdivision into five units and better facies characterization of the Parnaíba basins, Araçá and metasediments of the Rio Preto fold belt.

Sedimentary rocks of the Parnaíba Basin are only present in the Parnaguá chart, making up more than 70% of it.

The charts geological context regards the São Francisco and Parnaíba Provinces, geotectonic units of orogenic evolution elapsed, essentially, Proterozoic and Paleozoic in, respectively, with a strong presence of detrital cover Cenozoic. Noteworthy is here inserted in this context the Fold Black River Range and the Craton in São Francisco Province and the Araca and Parnaíba basins in Parnaíba Province.

The charts composing the project, from the point of view of economic geology, have important mineral deposits and occurrences. Ninety-four mineral occurrences of the different utility classes were registered along the chart mapping that make up the draft, being most important manganese deposits in Mansidão (BA), the iron, copper manganese, titanium and graphite occurrences. The data field integration and laboratory data allowed the units stratigraphic detail of the basement, complex Cristalândia of Piauí and Júlio Borges; Mansidão granitoids with subvertical foliation parallel to Serra do Boqueirão; the Black River Group supracrustal rocks; the Serra da Mamona Unit metarenites (Bambuí Group); Araçá Basin metasedimentary rocks; metamafics and metaultramafics bodies and sedimentary rocks of the Parnaíba Basin.



# SUMÁRIO

---

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	9
1 – INTRODUÇÃO.....	17
1.1 - LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS.....	17
2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL .....	19
2.1 - PROVÍNCIA SÃO FRANCISCO .....	19
2.1.1 - Cráton do São Francisco.....	19
2.1.2 - Grupo Rio Preto.....	21
2.2 - PROVÍNCIA DO PARNAÍBA.....	21
2.2.1 - Bacia do Parnaíba.....	22
3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	25
3.1 - COMPLEXO CRISTALÂNDIA DO PIAUÍ (A4PPc).....	25
3.1.1 - Ortognaisse Vereda (A4yv).....	27
3.1.2 - Ortognaisse e Migmatito (PP2com).....	28
3.1.3 - Metavulcânicas (PP2cmv) .....	29
3.1.4 - Paragnaisses (PP2cgp).....	29
3.1.5 - Ortognaisses (PP2cog) .....	30
3.2 - COMPLEXO JÚLIO BORGES (PP2ju).....	31
3.3 - GRANITOIDE MANSIDÃO (PP2ynp) .....	33
3.3.1 - Granitoide Mansidão - Fácies 1 (PP2ynp1).....	34
3.3.2 - Corpo Granitoide Mansidão - Fácies 2 (PP2ynp2) .....	34
3.4 - GRANITO VOLTA REDONDA (PP3jp).....	35
3.5 - ORTOGNAISSE JACU (PP3jp).....	35
3.6 - GRUPO RIO PRETO (M3NP1rp).....	36
3.6.1 - Fácies Quartzosa (M3N1rp2q).....	37
3.6.2 - Fácies Xistosas (M3N1rp3) .....	38
3.6.2.1 - Litofácies Grafitosa (M3N1rp3g).....	38
3.7 - GRUPO BAMBUÍ (NP2b) .....	38
3.7.1 - Formação Serra da Mamona (NP2bm).....	39
3.8 - GRUPO SANTO ONOFRE (MPo).....	40
3.8.1 - Formação Serra do Boqueirão 2 (NPob) .....	40
3.9 - BACIA DO ARAÇÁ.....	41
3.9.1 - Unidade Porta do Araçá (Eoarp) .....	41
3.9.2 - Unidade Riacho do Araçá (Eoarr) .....	41
3.9.3 - Unidade Caraíba Grossa (Eoarc) .....	41
3.10 - BACIA DO PARNAÍBA .....	43
3.10.1 - Grupo Serra Grande.....	43
3.10.1.1 - Formação Ipu (Ssgi).....	43



3.10.1.2 - Formação Tianguá (Ssgt).....	44
3.10.1.3 - Formação Jaicós (Ssgj).....	44
3.10.2 - Grupo Canindé.....	45
3.10.2.1 - Formação Pimenteira (D23p).....	45
3.10.2.2 - Formação Cabeças (D23c).....	46
3.10.3 - Grupo Balsas.....	46
3.10.3.1 - Formação Mutuca (P3m).....	46
3.11 - COBERTURAS DETRITO-LATERÍTIAS (N1dl).....	47
3.12 - DEPÓSITOS ALUVIONARES (Q2a).....	47
4 – GEOFÍSICA.....	49
4.1 - INTRODUÇÃO.....	49
4.2 - DADOS AEROGEOFÍSICOS.....	50
4.3 - INTERPRETAÇÃO DOS DOMÍNIOS MAGNÉTICOS.....	51
4.3.1 - Domínio A.....	52
4.3.1.1 - Subdomínio A1.....	52
4.3.1.2 - Subdomínio A2.....	53
4.3.1.3 - Subdomínio A3.....	54
4.3.2 - Domínio B.....	54
4.3.3 - Domínio C.....	54
4.4 - INTERPRETAÇÃO TECTÔNICA DOS ALINHAMENTOS MAGNÉTICOS.....	55
4.5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	56
5 – GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	59
5.1 - COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA REGIONAL.....	61
5.1.1 - Domínio Bacia do Parnaíba.....	61
5.1.2 - Domínio Granito Alcalino.....	61
5.1.3 - Domínio Rio Preto.....	61
5.1.4 - Domínio Domo Gnáissicos.....	61
5.1.5 - Domínio Cristalândia do Piauí.....	61
5.1.6 - Domínio Grupo Santo Onofre.....	62
5.1.7 - Domínio Grupo Bambuí.....	62
5.2 - ESTRUTURAS DÚCTEIS.....	62
5.3 - ESTRUTURAS FRÁGEIS E DÚCTIL-RÚPTEIS.....	66
5.4 - EVOLUÇÃO TECTÔNICA.....	67
6 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA.....	69
6.1 - INTRODUÇÃO.....	69
6.2 - METODOLOGIA.....	70
6.2.1 - Generalidades.....	70
6.2.2 - Metodologia de Campo.....	70
6.2.3 - Metodologia Analítica.....	70
6.2.3.1 - Sedimentos de Corrente.....	70
6.2.3.2 - Concentrados de Bateia.....	70
6.3 - TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS.....	70
6.3.1 - Sedimentos de Corrente.....	70

6.3.1.1 - Folha Mansidão.....	70
6.3.1.2 - Folha Parnaguá.....	71
6.3.1.3 - Folha Rio Paraim.....	71
6.3.2 - Estudo da Variância.....	71
6.3.3 - Sumário dos Estimadores.....	71
6.3.4 - Tipos de Distribuição (Box-Whiskers).....	76
6.3.4.1 - Folha Mansidão.....	76
6.3.4.2 - Folha Parnaguá.....	77
6.3.4.3 - Folha Rio Paraim.....	78
6.3.5 - Correlações e Agrupamentos.....	79
6.3.6 - Distribuição dos Elementos e Estabelecimento das Anomalias.....	79
6.3.7 - Concentrados de Bateia.....	83
6.4 - MAPAS GEOQUIMICO.....	83
6.4.1 - Folha Mansidão.....	84
6.4.2 - Folha Parnaguá.....	84
6.4.3 - Folha Rio Paraim.....	84
6.5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	84
7 – RECURSOS MINERAIS.....	89
7.1 - ORIGEM METAMÓRFICA.....	91
7.1.1 - Manganês.....	91
7.1.2 - Ferro.....	97
7.1.3 - Grafita.....	98
7.1.4 - Titânio.....	99
7.2 - COBRE SEDIMENTAR.....	100
7.3 - MATERIAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	100
7.3.1 - Pedra de Talhe, Granulados e Rochas Ornamentais.....	100
7.3.2 - Argila.....	100
7.3.3 - Areias.....	101
7.3.4 - Quartzito.....	101
7.4 - OUTRAS OCORRÊNCIAS DE MENORES IMPORTÂNCIAS (SEIXOS, CRISTAIS DE ROCHA, SALITRE E CÁLCARIO).....	102
8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	103
8.1 - CONCLUSÕES.....	103
8.2 - RECOMENDAÇÕES.....	104
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105



**PROJETO GEOLOGIA E RECURSOS  
MINERAIS DAS FOLHAS  
PARNAGUÁ (SC.23-Z-A-I);  
RIO PARAIM (SC.23-Z-A-IV) E  
MANSIDÃO (SC.23-Z-A-V)**

---

**ESTADOS DO PIAUÍ E BAHIA**



# 1 – INTRODUÇÃO

O mapeamento geológico das folhas Parnaguá (SC.23-Z-A-I), Rio Paraim (SC.23-Z-A-IV) e Mansidão (SC.23-Z-A-V) são partes integrantes do Programa Geologia do Brasil (PGB), sendo executado nos moldes do denominado projetos piloto, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), em área de jurisdição da Residência de Teresina (RETE). Fazem parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), visando o mapeamento geológico e de recursos minerais, além do levantamento geoquímico das citadas folhas na escala de 1:100.000. Compreendem uma área de aproximadamente 9.000 km<sup>2</sup>, favorecendo a região com uma cartografia geológica básica com informações necessárias à pesquisa e à prospecção mineral em áreas com intenso potencial

e tendência mineira, abrangendo parte do sul e noroeste dos estados do Piauí e Bahia, respectivamente, abrangendo importantes municípios destas regiões como Corrente (PI), Parnaguá (PI), Sebastião Barros (PI), Santa Rita de Cássia (BA) e Mansidão (BA).

## 1.1 - LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS

A área do Projeto Piloto está localizada no sul do estado do Piauí e norte-noroeste da Bahia, delimitada pelo polígono formado pelos vértices dos paralelos de latitude sul e meridianos de longitude oeste: paralelos 10°00'S, 45°00'W, 10°00' e 44°30'W, 10°30'S e 44°30'W, 10°30'S e 44°00'W, 11°00'S e 44°00'W, 11°00'S e 45°00'W. A figura 1.1 ilustra um mapa rodo-

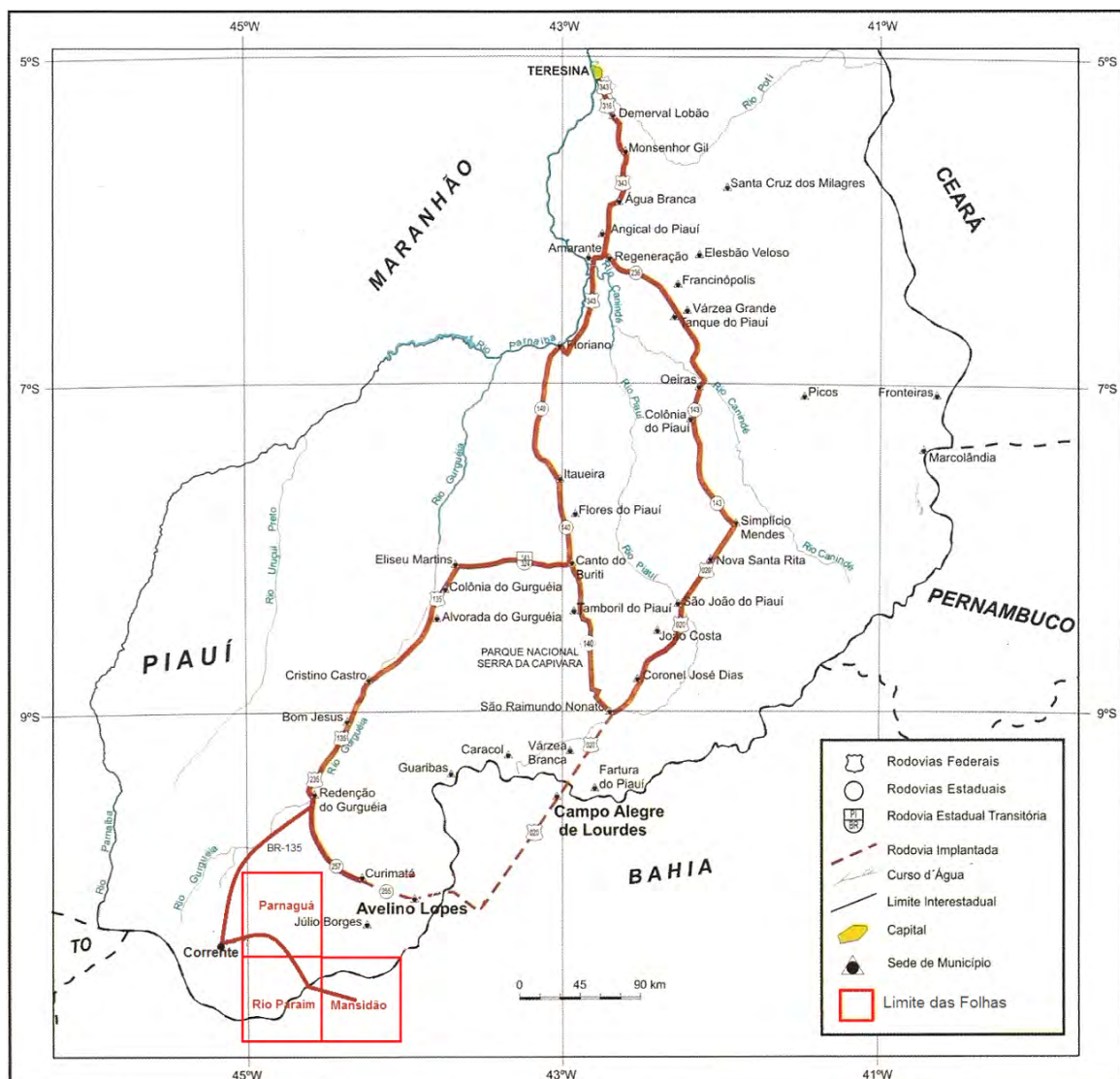


Figura 1.1 - Principais vias de acesso rodoviário à região das folhas do Projeto.

viário estadual simplificado, cujo principal acesso à área mapeada, a partir de Teresina (PI), é seguindo o trajeto: BR-316 até a localidade Estaca Zero (PI); em seguida, toma-se a BR-343 até Floriano (PI); segue-se na PI-140 até Canto do Buriti (PI); BR-135 até Bom Jesus e Gilbués, e depois se segue até as cidades; Corrente (PI), Parnaguá (PI), Sebastião Barros (PI) e Santa Rita de Cássia (BA) e Mansidão (BA) principais cidades das folhas.

O percurso total é em torno de 850 km, todos em rodovias com pavimentação asfáltica. Existem ainda várias rodovias pavimentadas, e muitas com revestimento primário, que interligam sedes municipais, além de estradas vicinais que permitem o bom deslocamento na área. Por via aérea, existem aeroportos em São Raimundo Nonato (PI) e Barreira (BA), grandes cidades que podem ser usadas como apoio.

As áreas em questão foram mapeadas em projetos anteriores, nas escalas 1:1.000.000 e 1:250.000, não revelando, na época, potencial mineiro com mais detalhes. O interesse no mapeamento destas folhas cresceu à proporção do crescimento do valor de *commodities* minerais, além da necessidade de mapeamentos geológicos em escala de semi-detulhe,

para melhor avaliação e compreensão das unidades litoestratigráficas e ocorrências e depósitos minerais da região. Já haviam sido descritas formações ferríferas e ocorrências de cobre na região, que naquele momento, não eram atrativas. Com o incremento de seu valor de mercado, os produtos metálicos principalmente passaram a merecer estudo mais aprofundado de cartografia, estrutural e metalogênese na área em questão.

No início dos trabalhos foram utilizados os dados do levantamento aerogeofísico (magnético e gamaespectométrico) do Projeto Cristalândia do Piauí (CPRM, 2009), com 500 metros de espaçamento e dados cartográficos do projeto Curimatá-Corrente-Xique-Xique (CPRM, 1999). Com a interpretação destes dados foi possível ajustar uma série de interpretações geológicas que contribuiriam para o mapa geológico e relatório final destas folhas. O método de trabalho seguiu as regras padronizadas no Guia de Procedimentos Técnicos (Levantamentos Geológicos Básicos) adotados por esta companhia, sendo constituída pelas etapas preparatória, atividades de campo, análises laboratoriais e interpretação dos resultados de laboratórios.

## 2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Este capítulo apresenta uma síntese do contexto geológico regional que engloba as folhas Parnaguá, Mansidão e Rio Paraim. Estas folhas localizam-se dentro de duas importantes entidades geotectônicas: Províncias São Francisco e Parnaíba, incluídas aqui a faixa de dobramentos Rio Preto, as Bacia sedimentares do Parnaíba e Araçá. Essas três folhas fazem parte do denominado Projeto Piloto, modelo nacional e atual de mapeamento do SGB-Serviço Geológico do Brasil.

Grande parte da área do projeto situa-se na borda norte do Cráton do São Francisco (CSF); entidade geotectônica brasileira, definida por Almeida (1977). Fundamentalmente o CSF pode ser entendido como uma feição do Proterozoico Superior, apesar de ter sido individualizado como litosfera continental durante o Arqueano (Alckmim *et al.*, 1993).

Segundo dados geocronológicos, Teixeira (1993), afirma uma evolução policíclica dos domínios Arqueanos e Proterozoico Inferior, sendo que, a área aqui em questão, encontra-se numa província geocronológica que corresponde ao clímax dos processos tectono-magmáticos do ciclo Jequié (entre 2, 75 e 2,65 Ga), possivelmente remobilizada no Proterozoico Inferior; e que o período de 3,2-2,6 Ga foi de intensa mobilidade e acreção crustal, acompanhado por íntima evolução de terrenos granito-*greenstone*. Em Souza *et al.* (1979), datações pelo método Rb-Sr indicam provável geração durante o Arqueano-Paleoproterozoico e retrabalhamento durante o Neoproterozoico; o mesmo trabalho aponta também, através de datações geocronológicas, uma marcante granitogênese Transamazônica (+ 2 Ga). No tocante ao limite do cráton, a área estudada abrange falhas de empurrão de rochas supracrustais ou superfície basal das frentes de *nappes* brasileiras supracrustais, as quais encerram o embasamento (Jardim de Sá *et al.*, 1992).

### 2.1 - PROVÍNCIA SÃO FRANCISCO

A Província São Francisco é uma das províncias onde são encontradas algumas das rochas mais antigas do Brasil e da América do Sul. São comumente ortognaisses cinza de complexos TTG que formam pequenos núcleos, domos e/ou maciços envolvidos por rochas mais jovens, de idade mesoarqueana e/ou neoarqueana, também similares a TTG ou com afinidade calcialcalina. Tal arcabouço geológico denota

uma sucessão de eventos acrescionais que edificaram os segmentos crustais mais antigos. Estes núcleos estão dispersos em terrenos mesoarqueanos ou podem formar imbricações de lascas tectônicas em sequências supracrustais Arqueano-Paleoproterozoicas (Delgado *et al.*, 2003). Com estas características ela constitui o núcleo Arqueano “intacto” do cráton. Além disso, corresponde à porção interna de um continente Arqueano, estabilizado por volta de 2,6 Ga (Noce *et al.*, 1998), que teve suas margens afetadas pelo Evento Transamazônico. A massa continental Arqueana, cuja porção interna é o núcleo arqueano estável (“intacto”), constitui o embasamento da maior parte do cráton, de boa parte da Faixa Araçuaí e de grande parte da Faixa Brasília. Entendendo os crátons como transitórios, Almeida (1981) postulava que o Cráton do São Francisco teve um ancestral por ele denominado de Cráton do Paramirim.

#### 2.1.1 - Cráton do São Francisco

A história de caracterização e delimitação do Cráton do São Francisco acha-se sintetizada em Alckmim *et al.* (1993). Ela se inicia com a contribuição de Guimarães (1951), quando dos primeiros ensaios de subdivisão tectônica do território brasileiro, dá importantes passos com os trabalhos de Barbosa *et al.* (1966) e Ebert (1968), o primeiro responsável por sua denominação atual, e termina com as definitivas publicações de Almeida (1977; 1981). Quando caracterizado por Almeida (1977), o Cráton do São Francisco era entendido como “uma entidade tectônica do Ciclo Brasileiro” por ter seu contorno definido pelas frentes orogênicas do final do Proterozoico e, desta forma, representar uma parte da crosta que fora por eles poupada. Nos últimos anos, centenas de artigos versando sobre os mais diversos aspectos da sua geologia vieram a público.

Avançou-se muito no entendimento da constituição do arcabouço estrutural e, sobretudo, da sua função geotectônica no cenário da Plataforma Sul-Americana e antecedentes. Um substancial volume de rochas granitoides com idades compreendidas entre 2,55 e 2,04 Ga é intrusivo nas rochas do complexo metamórfico, junto ao limite sul do cráton e também fora dele. Os traços estruturais dominantes do Cinturão Mineiro orientam-se na direção NE-SW e devem representar a manifestação do Evento Transamazônico na região que, segundo Alckmim & Mar-



shak (1998), envolveria metamorfismo regional e deformação com vergência geral para NW em torno de 2,1 Ga, seguidos de imediato colapso extensional, que teria lugar a 2,06 Ga. O colapso extensional levaria à formação das estruturas dômicas e dos grandes sinformes que hospedam as supracrustais Diamantina e o litoral baiano (Figueiredo, 1989; Teixeira & Figueiredo, 1991; Marinho *et al.*, 1993; Teixeira *et al.*, 2000). No interior do Cráton, as exposições da plataforma ou antepaís do orógeno paleoproterozoico são muito reduzidas. Restringem-se a duas áreas, uma a noroeste do Quadrilátero Ferrífero e outra entre a

Bacia do São Francisco e o aulacógeno do Paramirim. Partindo do pressuposto da sua continuidade física entre as mencionadas exposições, seu contorno é especulativamente esboçado na figura 2.1.

Estabilizado após o Evento Jequié (2,9-2,7 Ga), o Cráton do Paramirim teria suas margens retrabalhadas durante o Evento Transamazônico e, em parte, novamente no Evento Brasileiro. O que restara do Cráton do Paramirim e das adições que adquirira no Evento Transamazônico, após a ação do Evento Brasileiro, viria a ser Cráton do São Francisco. O Supergrupo Rio das Velhas é composto por uma típica sucessão

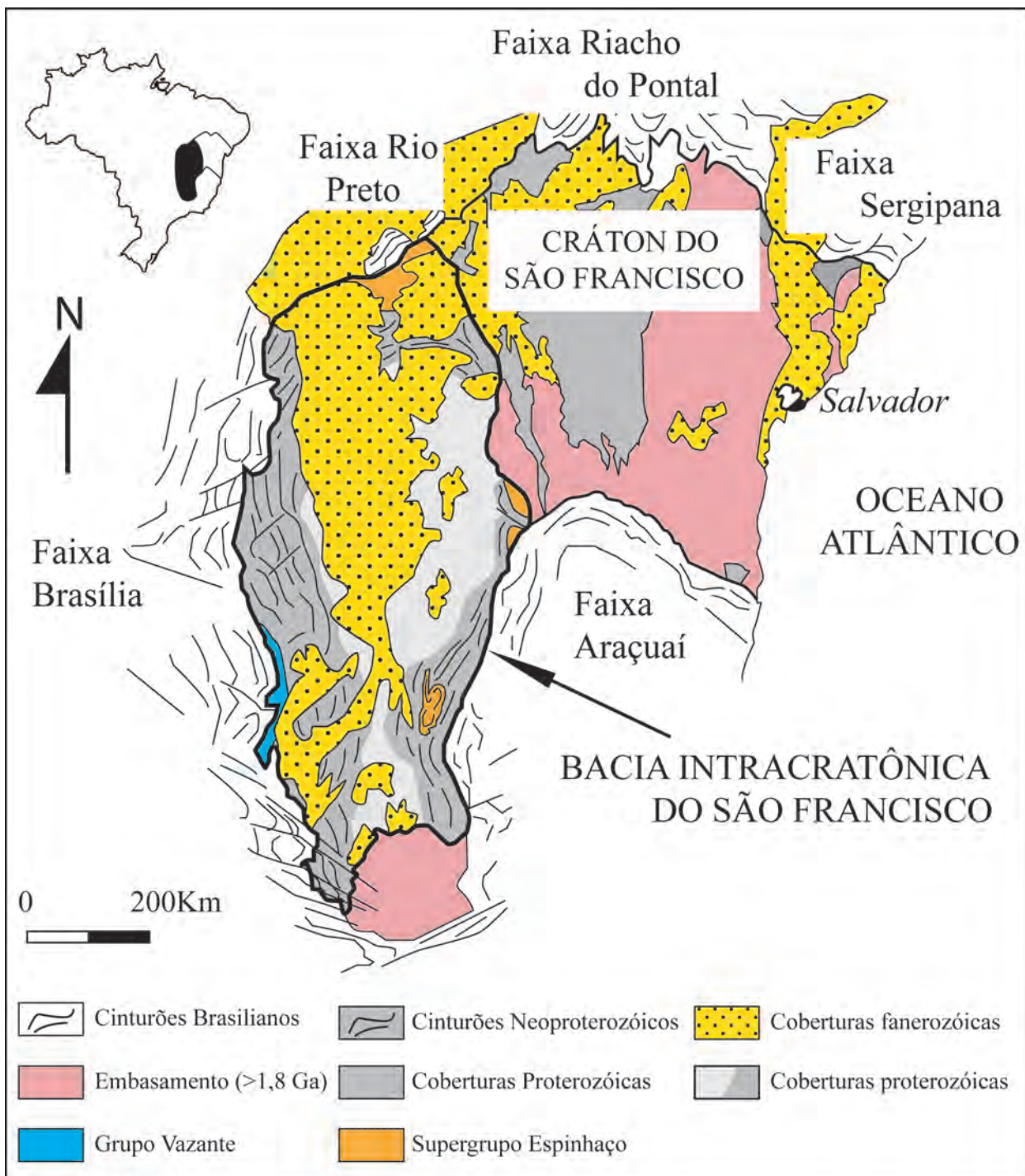


Figura 2.1 - Componentes do embasamento e coberturas do Cráton do São Francisco segundo Alckmin, 1993.

greenstone belt, que congrega metavulcânicas (koma-titos, basaltos, vulcanoclásticas) e metassedimentos, incluindo formações ferríferas, carbonatos e terrígenos. A idade de vulcânicas félsicas da base desta unidade é de 2,7 Ga (Machado e Carneiro, 1992).

Segundo Delgado *et al.* (2003) o embasamento da área é composto por um complexo gnáissico-migmatítico intrudido por plutões graníticos de geometrias elipsoidais e com idade paleoproterozoica estimada acima de 2.046 Ma. Este complexo gnáissico-migmatítico consiste de uma associação de gnaisses orto e paraderivados, migmatito e ortognaisse porfiroclástico, rochas máficas e ultramáficas subordinadas e esporádicos níveis de metachertes ferríferos e rochas calcissilicáticas.

As intrusões graníticas são de dois tipos: tonalito, com fácies tardia mais fina, metaluminoso, calcialcalino, com tendência para o trend trondhjemitico (Mansidão); e granodiorito alcalino (Serra da Pintada). Os eventos metamórficos afetaram intensamente as rochas no Terreno Rio Preto, inclusive os granitoides, os quais também exibem foliação gnáissica dobrada. Dados geocronológicos obtidos anteriormente, tanto para o embasamento quanto para os corpos graníticos, atualmente não são tidos como confiáveis por terem sido aplicados métodos (K-Ar e Rb-Sr) que podem mascarar a idade da rocha, registrando indistintamente os vários retrabalhamentos sofridos durante os eventos tectônicos no Neoproterozoico.

A contextualização geológica da área, definida em escala de mapeamento 1:250.000 (Arcanjo & Braz Filho, 1999) abrange parte da Faixa de Dobramentos Rio Preto na margem noroeste do Cráton do São Francisco (CSF), alcançando também platôs e morros testemunho do Grupo Serra Grande, base da Bacia do Parnaíba.

### 2.1.2 - Grupo Rio Preto

O Grupo Rio Preto representa o preenchimento sedimentar da bacia precursora da faixa dobrada homônima, no noroeste da Bahia e sul do Piauí. A no-

menclatura foi inicialmente proposta por Santos *et al.* (1977), informalmente, e revisada por vários autores, dentre eles Egydio-Silva (1987). É composto por metassedimentos predominantemente arenopelíticos, com intercalações de metadiamicititos, metamargas, metacherts, e, localmente, xistos verdes. Metaritmicos areno-pelíticos de fácies xisto verde são característicos e podem ser observados abundantemente na seção-tipo, ao longo da rodovia BR-135, entre Monte Alegre dos Cardosos e a divisa Bahia-Piauí.

Os limites sul e norte são de caráter tectônico: a sul o Grupo Rio Preto é empurrado sobre o Grupo Bambuí de idade neoproterozoica e a norte, sobre o Complexo Cristalândia do Piauí de idade arqueana/paleoproterozoica. O Grupo Rio Preto foi depositado durante o Neoproterozoico em uma bacia do tipo rift ou talude submarino, com geometria em hemigráben, borda falhada a sul e flexural a norte. O Grupo Rio Preto sofreu deformação e metamorfismo no Ciclo Brasileiro, e pode ser correlacionado às unidades das faixas de dobramentos marginais ao Cráton do São Francisco, por exemplo, a seção rift do Grupo Macaúbas da Faixa Araçuaí. A espessura do Grupo Rio Preto é impossível de ser estimada com segurança, devido à deformação brasileira imposta, com formação de dobras isoclinais e estruturação em leque de dupla vergência durante o evento deformacional principal. Foi subdividido por Egydio-Silva (1987) nas formações Canabrinha a sul e Formosa a norte. Essa subdivisão baseia-se em uma relação proximal-distal entre essas duas formações, representando variações verticais e laterais na bacia (figura 2.2).

### 2.2 - PROVÍNCIA DO PARNAÍBA

A Província Parnaíba pode ser dividida em quatro sítios distintos. Tais sítios deposicionais são separados por discordâncias que limitam as superseqüências descritas por Góes e Feijó (1994). A figura 2.3 mostra de forma esquemática a evolução destas seqüências deposicionais. Possui uma cobertura se-

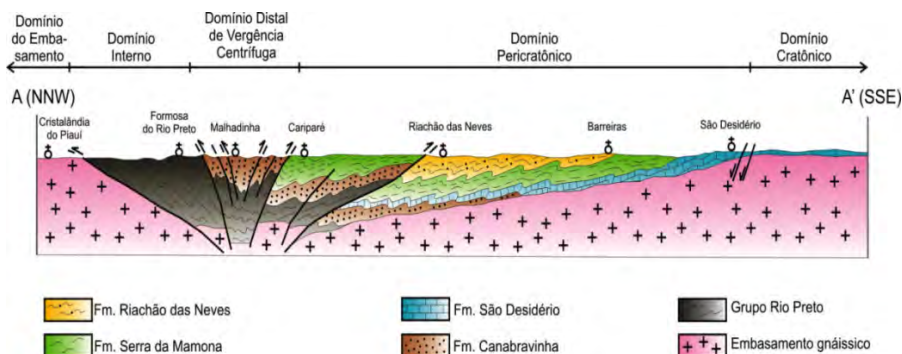


Figura 2.2 - Seção geológica NNW-SSE na Faixa Rio Preto, entre São Desidério (BA) e Cristalândia do Piauí (PI), segundo Egydio-Silva (1987).

Província Sedimentar do Meio Norte  
Evolução Tectônica



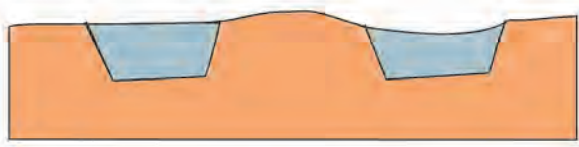
Idade	Tipo de Bacia	
	Cretáceo	IS MS
Jurássico - Cretáceo	IF	
Siluriano - Triássico	IS	
Cambriano - Ordoviciano	IF	

Figura 2.3 Esquema da evolução tectônica das seqüências deposicionais da Bacia do Parnaíba.

dimentar de aproximadamente 600.000 km<sup>2</sup>, estendendo-se cerca de 1000 Km na direção NE-SW e 800 km na direção NW-SE. A bacia apresenta espessura sedimentar máxima em torno de 3400 m próximo à sua porção central (Góes *et al.*, 1990).

Um destes sítios refere-se à Bacia do Parnaíba, na área centro-sul da Província Parnaíba, segundo Góes e Feijó (op. cit.); a qual pode ser dividida em Bacia do Parnaíba, Bacia das Alpercatas, Bacia do Grajaú e Bacia do Espigão-Mestre. Góes (1995) classificou a Bacia do Parnaíba como do tipo IF/IS (Fratura Interior/Depressão Interior), e também compreendendo 3 super-sequências: Siluriana (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas). A Bacia do Parnaíba teria sido implantada sobre os riftes cambro-ordoviciano de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato, de acordo com Brito Neves (1999). Neste projeto de mapeamento, a Bacia Sedimentar do Parnaíba aflora de maneira bastante

expressiva na Folha Parnaguá, sendo cartografadas e bem individualizadas as formações Ipu, Tianguá e Jaicós, além de representativos afloramentos das formações Motuca, Pimenteira e Cabeças.

### 2.2.1 - Bacia do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba, antes denominada Bacia do Maranhão, foi originalmente proposta por Derby (1884), e situa-se na porção nordeste ocidental brasileira, compreendendo grande parte dos territórios dos estados do Piauí e Maranhão, além de porções mais restritas dos estados do Ceará, Pará, Tocantins e Bahia. Trata-se de uma bacia intracratônica, segundo classificação de Klemme (1980), Asmus & Porto (1972). Entidade geotectônica mais recente da região representa o preenchimento de depressões intracratônicas de evolução policíclica, originando compartimentações sedimentares de características distintas (Góes 1995). Góes e Feijó (1994) subdividiram as rochas sedimenta-



res da Província Parnaíba em quatro supersequências com sedimentos de idade siluriana até cretácea. É limitada ao sul pelo Arco de São Francisco, e as bordas leste e oeste são delimitadas pelo Escudo Brasileiro. O limite noroeste é evidenciado pelo Arco de Tocantins, que separa a Bacia do Parnaíba da Bacia Amazônica. Ao norte é separada das Bacias costeiras de São Luis e Barreirinhas pelo Arco Ferrer - Urbano Santos. Góes *et al.* (1994) adotam como hipótese mais aceita para a implantação da Bacia do Parnaíba uma suposta fragmentação de um supercontinente no Neoproterozoico, deixando como subproduto um megasistema de fraturas que deu início à construção da Depressão Intracratônica do Parnaíba.

A Bacia do Parnaíba desenvolveu-se sobre um embasamento continental durante o estágio de estabilização da Plataforma Sul-Americana (Almeida e Carneiro, 2004). A estratigrafia da bacia é dividida em Grupo Serra Grande, que compreende as formações Ipu, Tianguá e Jaicós, bem caracterizadas em subsuperfície. A cobertura da bacia abrange os estados do Piauí, Maranhão, Tocantins e Pará, abrangendo ainda pequenas partes dos estados da Bahia e Ceará. A hipótese mais consistente e menos contraditória para origem da bacia seria a de uma contração térmica e adensamento litosférico ocorrido no final da Orogênese Brasileira, provocando fragmentação de um supercontinente no Neoproterozoico. Na borda ocidental da bacia, o embasamento é composto pela faixa móvel Araguaia-Tocantins que apresenta lineamentos N-S. Esta faixa de dobramento é uma unidade geotectônica do Proterozoico Superior, com deformações intensas ocorridas entre 1000 a 500 Ma, as últimas relativas ao ciclo Brasileiro. Ela é composta pelos grupos Estrondo e Tocantins. Segundo Loczy & Ladeira (1976), do ponto de vista tectônico, a bacia representaria um golfo intracratônico suavemente deformado mostrando assimetria segundo NW. Ao longo de sua borda oriental os estratos paleozoicos mergulham regionalmente para o centro, com valores de 4° a 2°, ao passo que no setor norte-ocidental, os mergulhos nas bordas variam de 4° a 5°. Cunha (1986) relaciona duas importantes estruturas do embasamento da bacia do Parnaíba: o lineamento Transbrasiliano e o lineamento Picos-Santa Inês.

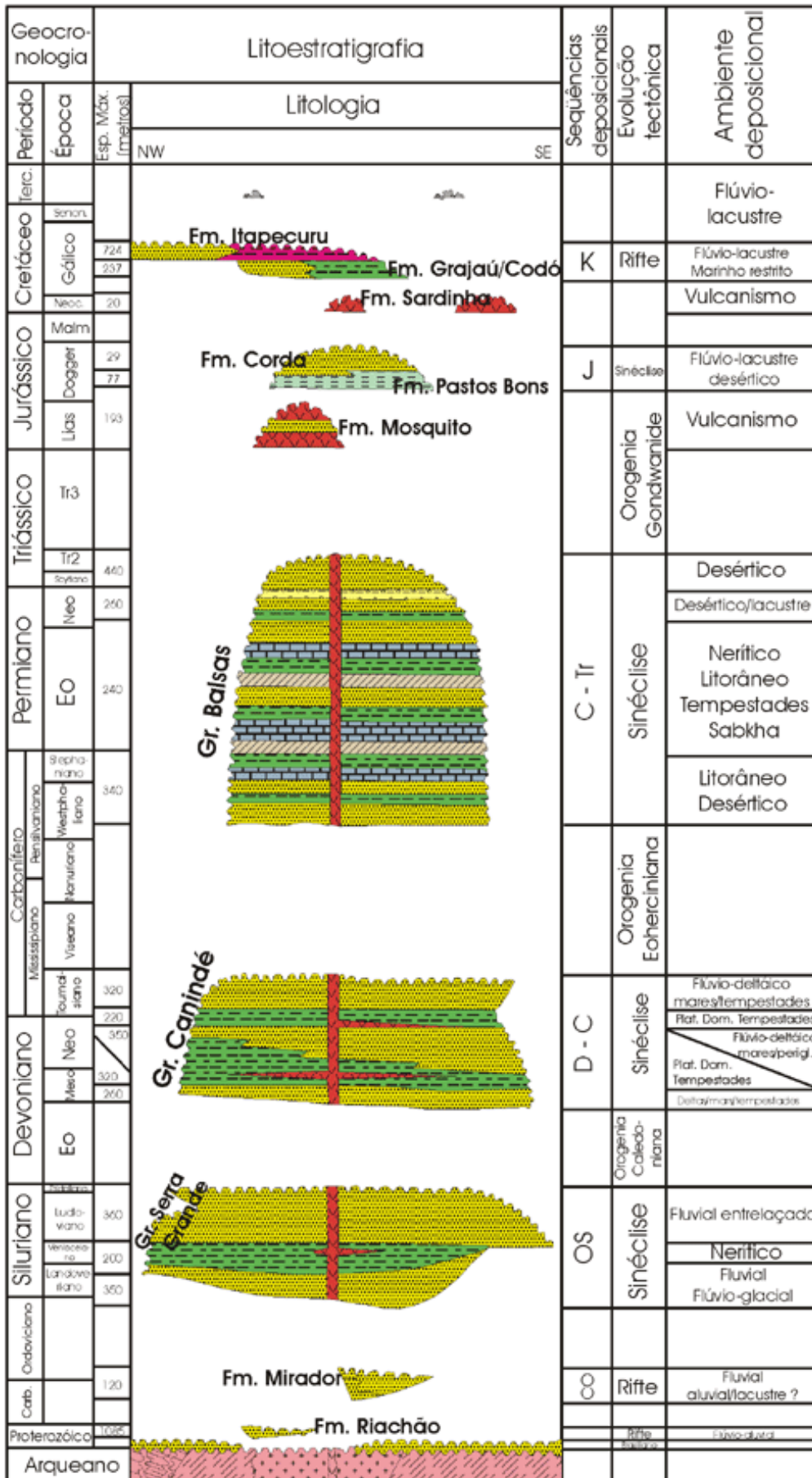
O Grupo Serra Grande foi definido por Small (1914) como série, sendo posteriormente descrito como formação por Campbell *et al.* (1949). Caputo & Lima (1984) e Góes & Feijó (1994) caracterizam este grupo como composto pelas formações Ipu, Tianguá e Jaicós. O Grupo Serra Grande assenta-se discordantemente sobre rochas ígneas e metamórficas do embasamento e rochas sedimentares anteriores ao início da deposição dos sedimentos da Bacia do Parnaíba (inconformidade). Seu contato superior é discordante (desconformidade) com o Grupo Canindé. A Formação Ipu (Campbell *et al.*, 1949) é composta por arenitos, con-

glomerados, arenitos conglomeráticos e diamictitos, tendo sido depositada em ambiente fluvial anastomosado com influência periglacial (Caputo & Lima, 1984). A Formação Tianguá (Rodrigues, 1967) é composta por folhelho cinza, siltito e arenito muito micáceo, depositados em ambiente marinho raso (Góes & Feijó, 1994). Caputo & Lima (1984) consideram a Formação Tianguá como depositada em ambiente marinho raso, durante a fase máxima de extensão da transgressão glácio-eustática mundial que seguiu à fusão de gelo do norte da África. A Formação Jaicós (Plummer, 1948) é composta por arenito e eventuais pelitos, depositados por sistemas fluviais entrelaçados, composta por arenitos e conglomerados, depositados em leques aluvionais e deltas.

Rodrigues (1967) propôs o Grupo Canindé para agrupar as formações Pimenteiras, Cabeças e Longá. Caputo & Lima (1984) incluíram a Formação Itaim neste grupo. Góes *et al.* (1994) incluem neste grupo as formações Itaim, Pimenteira, Cabeças, Longá e Poti. O contato do Grupo Canindé com a unidade inferior, o Grupo Serra Grande, é feito através de uma desconformidade. Com o embasamento seu contato é feito através de uma inconformidade, no extremo leste da bacia. O contato com a unidade superior com Grupo Balsas dá-se discordantemente (Góes & Feijó, 1994). A Formação Itaim (Kegel, 1953) apresenta arenito fino esbranquiçado e folhelho cinza, depositados em ambiente deltaicos e plataformais, dominados por correntes induzidas por processos de marés e de tempestades. A Formação Pimenteira (Small, 1914) apresenta espessas camadas de folhelho cinza escuro a preto, retratando um ambiente marinho de plataforma (Della Fávera, 1990), que depositaram delgadas camadas de arenitos muito fino. Caputo (1984) coloca a Formação Pimenteira como sendo um registro da grande transgressão devoniana, com oscilações do nível do mar.

A Formação Cabeças (Plummer, 1948) apresenta predominantemente arenito com intercalações delgadas de siltitos e folhelhos, com estratificação cruzada tabular ou sigmoidal, ocorrendo tempestitos na base da unidade (Della Fávera, 1990). Segundo Della Fávera (1982) e Freitas (1990) esta unidade teria se depositado em ambiente marinho plataformais sob ação predominante de correntes induzidas por processos de maré. Na Formação Poti (Lisboa, 1914) predominam arenitos cinza-esbranquiçados intercalados e interlaminais com folhelhos e siltitos, depositados em delta e planícies de maré sob a influência ocasional de tempestade (Góes & Feijó, 1994). As formações Piauí, Pedra-de-Fogo, Motuca e Sambaíba compõem o Grupo Balsas, que representa a Supersequência Carbonífero-Triássica da Bacia do Parnaíba.

A sequência litoestratigráfica completa da Bacia do Parnaíba interpretada em estudos realizados pela Petrobrás pode ser visualizada na carta estratigráfica publicada em 1994 (figura 2.4).



Modificado de Boletim de Geociências da Petrobras, no. 1, vol. 8, 1994.

Figura 2.4 – Carta Estratigráfica da Bacia do Parnaíba, mostrando as três superseqüências deposicionais: Grupo Serra Grande, Grupo Canindé e Grupo Balsas. Boletim de Geociências da Petrobras (1994).

## **3 – UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS**

Nos últimos anos, as rochas pré-cambrianas do sudeste piauiense vêm sendo mapeadas de forma sistemática na escala atual de 1:100.000. Essa região está comumente inserida em mapeamentos de reconhecimento regional que abrangem as províncias do São Francisco, Borborema e Parnaíba. Os trabalhos de campo, bem como as análises realizadas durante este projeto, permitiram uma reorganização da coluna litostratigráfica das folhas Mansidão, Parnaguá e Rio Paraim, além da divisão em três unidades e melhor caracterização faciológica da Bacia do Araçá.

As rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, neste projeto, encontram-se apenas na Folha Parnaguá, mais de 70%, sendo o restante da mesma composta por rochas cristalinas, de natureza ígnea e metamórfica dispostas em uma faixa na porção sudeste da referida folha, além de uma pequena porção a noroeste pertencer à denominada Bacia do Araçá, com rochas metassedimentares mais antigas que aquelas da bacia antes citada.

Neste capítulo serão descritas as unidades litostratigráficas mapeadas na área das folhas Mansidão, Parnaguá e Rio Paraim, considerando-se as observações e dados coletados em campo, a integração com os resultados das análises petrográficas, integradas aos dados de trabalhos anteriores na área deste projeto.

Na Folha Parnaguá, nas áreas cristalinas tanto do embasamento como das rochas supracrustais, as rochas se encontram em avançado processo de intemperismo, dificultando a coleta de amostras para análise litogeoquímica. Em decorrência desse fato, poucas amostras foram enviadas para análise, o que diminui sobremaneira o percentual de amostras de afloramentos de rocha dos quais se pode extrair observações de campo confiáveis, à exceção de alguns pontos onde afloram lajedos de rochas gnáissicas ainda frescas do embasamento com extensão considerável. Na maior parte dos casos, os afloramentos encontravam-se com intemperismo moderado a muito intemperizado, principalmente nas áreas aflorantes de metassedimentos do Grupo Rio Preto. Devido à ocorrência de muitas exposições rasteiras, observações e descrições foram realizadas aproveitando pequenas ravinas pouco profundas.

De acordo com o contexto geológico regional e a observações obtidas em campo, em conjunto com os resultados de análises petrográfica e geocronológicas, foi elaborada a coluna litostratigráfica das

folhas mapeadas, conforme mostra as relações tectono-estratigráficas (figura 3.1).

A coluna estratigráfica das folhas Mansidão, Rio Paraim e Parnaguá é composta por rochas: neoarqueanas/paleoproterozoicas do Complexo Cristalândia do Piauí; paleoproterozoicas do Complexo Júlio Borges, do Corpo Granitoide Mansidão e do Granito Volta Grande; meso/neoproterozoicas dos grupos Rio Preto, Santo Onofre e Bambuí; paleozoicas das bacias Araçá e Bambuí, todas estas unidades geológicas pertencentes às províncias do São Francisco e Parnaíba.

As coberturas superficiais cenozoicas representadas pelas Coberturas detrítico-lateríticas e Depósitos aluvionares completam o empilhamento estratigráfico da área.

### **3.1 - COMPLEXO CRISTALÂNDIA DO PIAUÍ (A4PPc)**

Deve-se a Winge (1972) os primeiros estudos das rochas cristalinas de médio grau de metamorfismo localizadas entre as serras do Boqueirão e Estreito, atribuindo-lhes a denominação de Complexo Antigo.

O Complexo Cristalândia do Piauí corresponde ao Complexo Gnáissico-Migmatítico de Arcanjo e Braz Filho (1999). Segundo os referidos autores, as rochas desta unidade são de idade arqueana/paleoproterozoica, acima de 2046Ma, e estão representadas por uma associação de gnaisses bandados, inter-relacionadas com rochas metabásica-metaultrabásicas, migmatitos, ortognaisses cisalhados e porfiroclásticos, todas eminentemente ortoderivadas, contendo pontualmente restos de sequências paraderivadas.

Arcanjo e Braz Filho (1999) subdiviram o Complexo Gnáissico-Migmatítico em: gnaisses bandados, aflorando nas imediações de Cristalândia do Piauí até a região de Curimatá (PI), reunindo gnaisses bandados, cisalhado, possuindo partes quartzo feldspáticas intercaladas com outras mais máficas de alto teor de hornblenda, e outras enriquecidas de muscovita e/ou biotita; migmatitos, representado por pequenas áreas descontínuas próximas a Buritirama (BA), constituídas principalmente por migmatitos bandados, com leucossomas pegmatoides, por vezes granitoides grosseiros, e com *rims* biotítico; ortognaisses porfiroclásticos, localizado entre as serras do Boqueirão e Estreito, aflorando em uma estreita faixa com direção N-S, a leste de Buritirama (BA); e, ortognaisses cisalhados que envolvem núcleos graníticos e mostram-se cisalhados e milonitizados.



**RELAÇÕES TECTONO-ESTRATIGRÁFICAS**

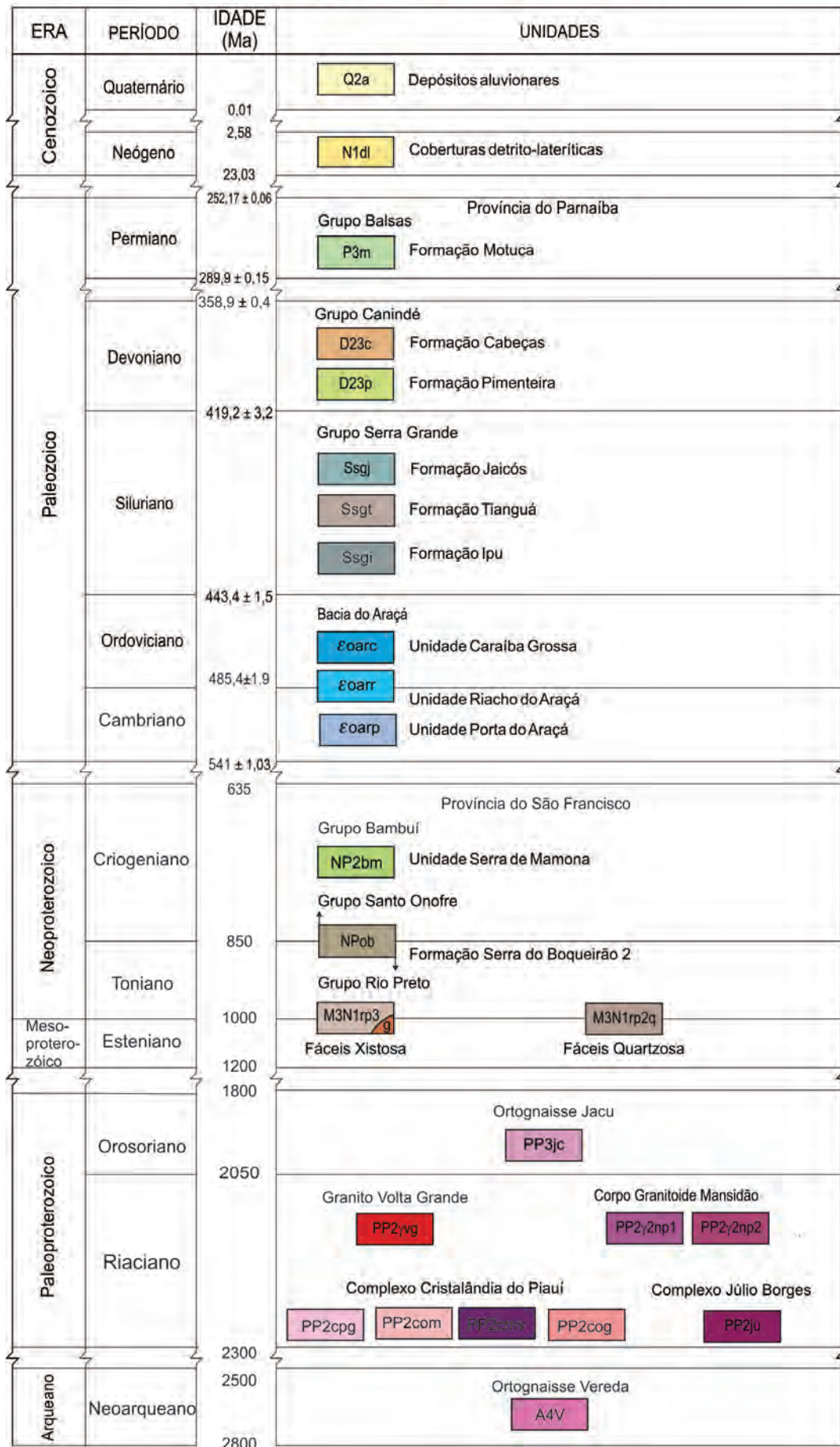


Figura 3.1 - Relações tectono-estratigráficas proposta no mapeamento das folhas Mansidão, Parnaíba e Rio Paraim.

Na Folha Parnaguá este complexo foi observado, essencialmente, em afloramentos da porção sudeste, sul e sudoeste, a partir dos quais foi subdividido em duas fácies principais, uma contendo biotita-augen gnaisse (PP2cog) e a outra com biotita paragnaisse (PP2cpg), a partir de feições passíveis de serem distinguidas em campo. O primeiro, um biotita-augen gnaisse de composição granítica, composta de biotita, anfibólio, destacando-se os porfiroclastos de feldspato, com textura granoblástica grossa e coloração cinza a rosa com intrusão de corpos gabróicos a epidoto metamáficas, este composto por anfibolitos, plagioclásio, hornblenda e epidoto de coloração cinza escuro, formando corpo intrusivo isolado (PP2cmv). O segundo, um biotita paragnaisse, granodioríticos a tonalíticos com intercalações de delgadas bandas ferríferas, e níveis milonitizados com porfiroclastos de feldspato atingindo 1,5 cm, com granulação grossa e coloração cinza a rosada (figuras 3.2 A e B).

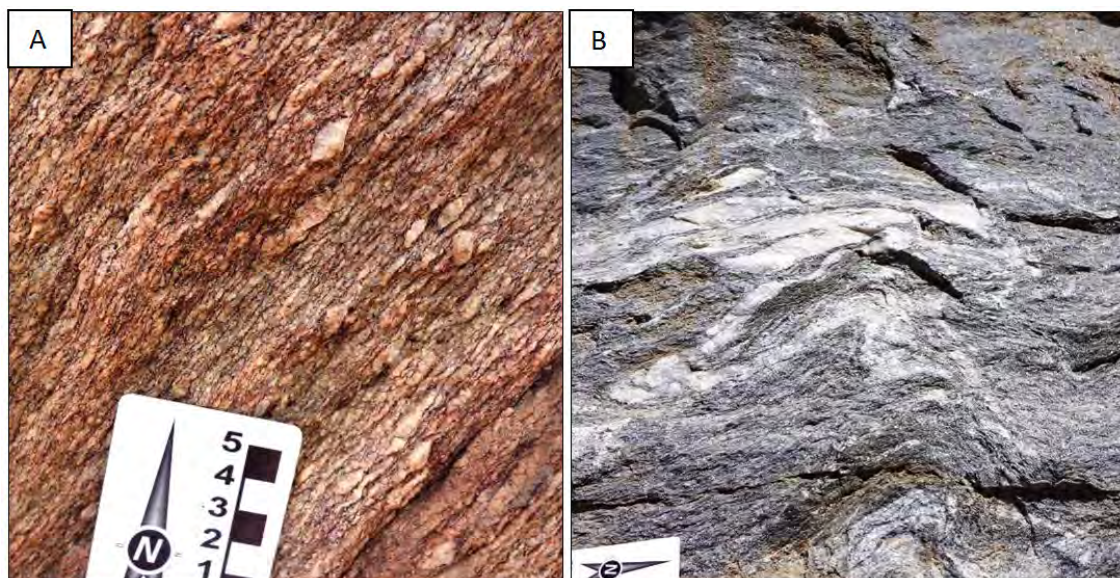
Na base da coluna litoestratigráfica, com idade neo/paleoproterozoica, encontra-se um complexo gnáissico-migmatítico de embasamento, anteriormente chamado de Complexo Antigo (Winge, 1972), cujos litotipos incluíam ortognaisse variados e também paragnaisse e granitoides. São litotipos correspondentes ao Complexo Cristalândia do Piauí, descrito em Silva (1987). Os litotipos gnáissicos encontrados na área da Folha Parnaguá apresentam-se milonitizados, próximos às zonas de cisalhamento, alguns migmatíticos e gnaisse porfiroclásticos. Alguns com protólito ígneo e outros com exposições apresentando texturas e composições características de origem sedimentar. Tais rochas foram classificadas de acordo com sua paragênese mineral e separadas com base em sua provável origem ígnea ou sedimentar, reco-

nhecidas petrograficamente. Entretanto, em algumas seções delgadas a simples avaliação da assembleia mineralógica não foi suficiente para determinar com precisão a origem orto ou paraderivada das rochas estudadas, correspondendo aos paragnaisse da unidade biotita paragnaisse, granodioríticos a tonalíticos (PP2cpg).

### 3.1.1 - Ortognaisse Vereda (A4yv)

A unidade Ortognaisse Vereda, criada na Folha Rio Paraim ocorre como um corpo gnáissico isolado em meio a rochas paragnáissicas do Complexo Cristalândia do Piauí. Trata-se de um mega-enclave xenolítico, de foliação discordante com a regional, de aspecto alterado, composto principalmente por biotita, muscovita, feldspatos potássico e plagioclásio, resultando assim em um metasiengranito milonitizado cujo aspecto pode ser visto na figura 3.3. Sua coloração é cinza rosada e de granulação fina a grossa, textura milonítica foliada. Petrograficamente os feldspatos potássicos (microclina pertítica) ocorrem em cristais porfiroclásticos, mostrando desmistura do intercrescimento, orientados, dispostos em matriz de granulação fina, mostrando textura granoblástica, rica em feldspatos, quartzo, muscovita e biotita. Minerais félsicos tendem a formarem mosaico. As biotitas marrons e as muscovitas ocorrem em lamelas orientadas associadas à epidoto e opacos. Outros minerais como a allanita ocorre em núcleos de epidoto e os zircões e apatitas ocorrem dispersas na matriz.

O metasiengranito (ortognaisse) desta unidade foi datado pelo método U-Pb LA (*laser ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) cujo resultado a posicionou no Neoarqueano



Figuras 3.2 - Biotita ortognaisse granoblástico médio da unidade Cristalândia do Piauí-ortognaisse (A) e biotita augen gnaisse com pórfiros de feldspato estirados (B), ambos da unidade PP2cog.



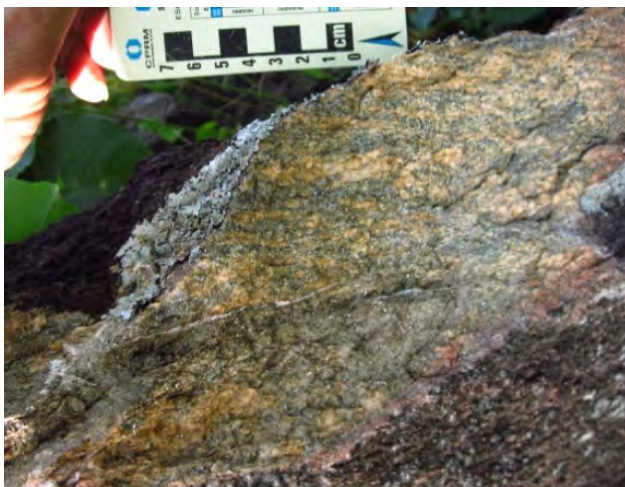


Figura 3.3 - Aspecto macroscópico do metasienogranito do Ortognaisse Vereda, na qual se destacam faixas milimétricas máficas e feldspáticas.

em 2,521Ga com uma idade subordinada relacionado a um evento metamórfico em 2,214 Ga, na localidade Lagoa Nova município de Parnaguá\_PI.

### 3.1.2 - Ortognaisses e migmatíticos (PP2com)

Trata-se de rochas ortoderivadas, essencialmente formadas por muscovita-biotita ortognaisses, miloníticos e migmatizados, possuindo enclaves de rochas anfibolíticas e metaultramáficas. Apresentam-se frequentemente como um gnaiss bandado, muitas vezes milonitizados, possuindo bandas máficas formadas principalmente por biotitas e anfibólios, intercaladas por uma fração félsica de composição quartzo-feldspática. As interpretações destas unidades identificou-se que a porção máfica representa um mesossoma e a félsica um neossoma, de um processo metamórfico provavelmente de idade paleoproterozoica.

A maioria dos afloramentos encontram-se bastante intemperizados impossibilitando melhor avaliação desta unidade. Apesar disso em alguns lugares foi possível identificar padrões de migmatização e de bandamento gnáissico como nas rochas próximas à localidade Veredas dos Cavalos. Esta unidade engloba em sua maior parte rochas mais intemperizadas, embora haja uma faixa de rochas mais preservadas como as da localidade Pitombas (figura 3.4), as quais foram realizadas análises geocronológicas, datadas pelo método U-Pb LA (*lazer ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) como sendo de  $2222 \pm 11$ Ma e  $1998 \pm 8.2$ Ma que foram interpretadas respectivamente à idade de formação da rocha e de um evento tectono-metamórfico. Embora composicionalmente se assemelhe às rochas do PP2cpg, estas rochas (PP2com) são normalmente de origem ígnea e estão na maior parte migmatizadas e milonitizadas (figuras 3.5 A e B).

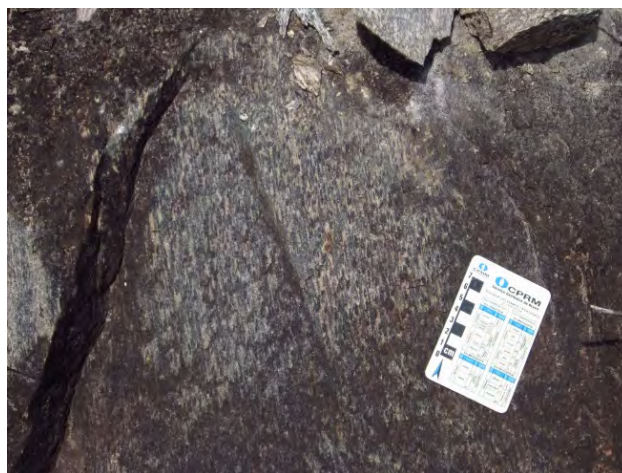
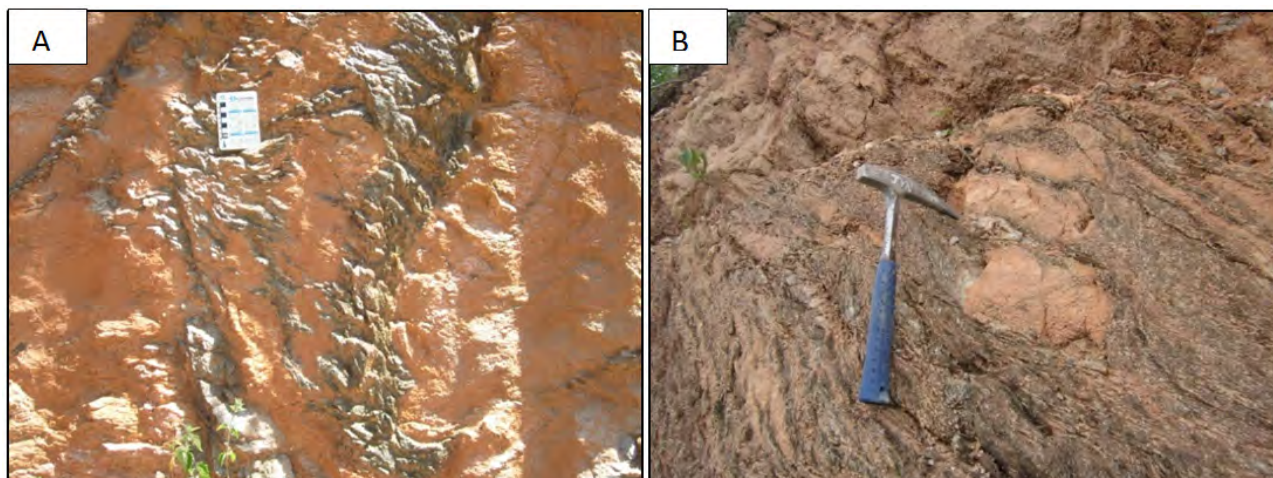


Figura 3.4 – Afloramento de metagranodiorito próximo à localidade Pitombas onde foi obtida a idade de 2.22 Ga, município de Sebastião Barros PI)>



Figuras 3.5 – Textura migmatítica em gnaisses e separando-os em mesossoma e neossoma (A); estruturas migmatíticas presentes nas rochas do PP2com (B).



Estas rochas possuem uma resposta geofísica pelo método aerogamaespectrometria como possuindo altos teores de tório, urânio e potássio e na aeromagnetometria apresentaram-se moderadamente magnética. Estão dispostas na Folha Rio Paraim ocupando a sua porção oeste em forma elíptica por uma grande extensão alongando-se no sentido norte – sul.

### 3.1.3 - Metavulcânicas (PP2cmv)

As metavulcânicas ocorrem como corpos isolados próximos a localidade Jacu e ao município de Parnaguá. Foi criada na Folha Rio Paraim para representar os mega-enclaves existente nas rochas da unidade PP2com, compostos por uma variedade de rochas máfica-ultramáficas, metamorfizadas em fácies xisto verde, contendo hornblenda, actinolita, tremolita, epidoto, feldspato plagioclásio, além de rutilo e titanita disseminados. Datação geocronológica U-Pb realizada em epidoto metamáfica desta unidade indicou uma idade aproximada de 2.000Ma.

As rochas apresentam-se na coloração cinza esverdeada, de textura granular fina a média, normalmente intemperizadas. Os corpos apresentam-se relativamente preservados no centro e foliados nas bordas. As paragêneses minerais e o baixo grau de recristalização e metamórfico dessas rochas induzem a posicionar de forma alternativa como enclaves do Ortognaisse Jacu ou ainda relacionadas à implantação deposicional do Grupo Rio Preto. Devido à facilidade erosional de rochas gabróicas, a maior parte dos afloramentos encontram-se de forma arrasada e ocorrendo como blocos soltos sobre a superfície (figuras 3.6 A e B).

Petrograficamente foi descrita como um quartzo – epidoto metamáfica, rocha de granulação fina a média < 2 mm, rica em hornblenda, epidoto e quartzo,

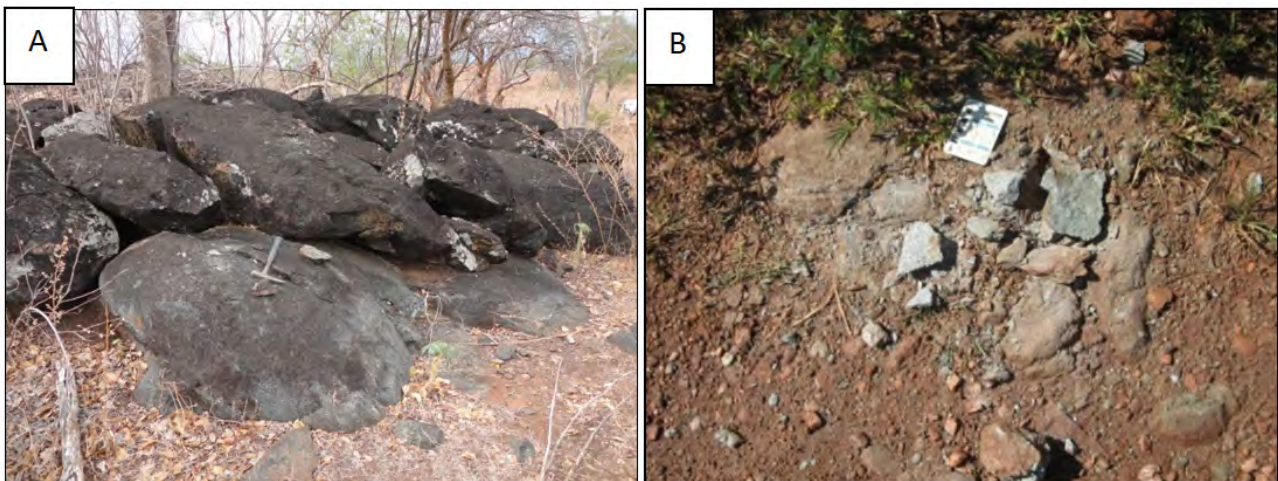
onde a hornblenda de coloração verde ocorre em cristais prismáticos, impregnados por opaco. O quartzo dispõe-se em cristais formando mosaicos, originados provavelmente da quebra do plagioclásio, formando epidoto. Epidoto apresenta-se em agregados de diminutos cristais, e a titanita também ocorre em agregados botrioidais, enquanto a granada, opaco e plagioclásio estão dispersos.

### 3.1.4 - Paragnaisses (PP2cgp)

Esta unidade é composta essencialmente por gnaisses oriundos de rochas sedimentares pretéritas. São os biotita paragnaisses, com intercalações de delgadas bandas ferríferas e níveis milonitizados de metamáficas, metaultramáficas e calcissilicáticas. Estes gnaisses afloram na porção sudoeste e sul da Folha Parnaguá e são em sua maioria de coloração cinza clara esbranquiçada a esverdeada e cinza médio e textura fina a média e constituídos com percentuais significativos de minerais micáceos em associações com outros minerais metamórficos e minerais acessórios frequentes. A foliação milonítica é característica e normalmente se encontram migmatizados (figura 3.7).

De acordo com as descrições petrográficas e macroscópicas de alguns afloramentos foi possível inferir a origem paraderivada para as rochas gnáissicas dessa área do embasamento gnáissico. Macroscopicamente estas rochas apresentam bandas composicionais com espessuras bastante finas, centimétricas até milimétricas, alternadas a bandas centimétricas máficas, e normalmente apresentando níveis de formações ferríferas.

São paragnaisses bastante intemperizados, com sinais de posterior retrabalhamento, causando a perda de informação das relações pré-existentes entre os distintos conjuntos gnáissicos orto e paraderivados.



Figuras 3.6 – Rochas gabróicas dispersas sobre o solo próximas a localidade Jacu (A); Quartzo-epidoto meta máfica de coloração cinza escuro, de granulação fina a média, rica em anfibólio e epidoto (B).



Figura 3.7 – Granada-epidoto gnaiss xistoso mostrando textura porfiroblástica com coloração cinza esbranquiçada, foliada, finamente bandada, rica em feldspato, quartzo, biotita e granada.

Petrograficamente são rochas de granulação fina, mostrando textura granoblástica, foliada, com minerais de plagioclásios ocorrendo em cristais saussurizados, com alteração para sericita e epidoto. Os quartzos ocorrem em cristais recristalizados, com contatos retos, onde as muscovitas apresentam-se em lamelas orientadas, contendo biotita marrom associada. Epidoto é abundante e apresenta-se em cristais orientados associados com micas. Titanita ocorre em agregados de cristais botrioidais, com opacos e raros zircões. Em algumas rochas a granada apresenta-se em cristais porfiroblásticos orientados, com inclusões de quartzo e biotita, com núcleos pré e bordas sintectônicas. A matriz mostra plagioclásio, quartzo, biotita, epidoto e mais raro álcali feldspatos, mostrando faixas ricas em minerais félsicos e máficos que se alternam. A biotita possui cor marrom avermelhado e cristais de epidoto são orientados. Titanita dispõe-se em agregados de cristais botrioidais e é mais abundante, enquanto a allanita em cristais com núcleos de epidoto e o zircão é disperso, porém são mais raros. Clorita é secundária e substitui a biotita.

Já na Folha Rio Paraim a descontinuidade dos afloramentos não possibilitou a correta avaliação cartográfica da unidade embora tenha sido bem definida por critérios geofísicos (gamaespectrometria). Estes gnaisses são predominantemente de coloração cinza clara a escura, textura fina, compostos na maior parte por minerais aluminosos como muscovita, biotita e granadas. Apresentam-se geralmente milonitizadas e dobradas, por vezes migmatizados. Nesta unidade ocorrem eventuais núcleos de ortognaisses de idade mais antigas, inclusive arqueanas.

As descrições petrográficas e macroscópicas revelaram um predomínio de minerais como plagioclásio, quartzo, feldspato potássico, biotita, granada, clorita,

epidoto, apatita, zircão, titanita e sericita, dispostos em uma rocha de granulação fina a muito fina com textura porfiroblástica dada pelas granadas e feldspatos. São foliadas e microdobradas.

Uma datação realizada em paragnaisses (figura 3.8) pelo método U-Pb LA (*laser ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) na localidade Fazenda dos Morros, localidade Atalaia, município de Parnaíba, Norte da Folha Rio Paraim, revelou uma idade mínima de 2.12 Ga.



Figura 3.8 - Rocha típica da unidade paragnáissica milonitizada com dobramento posterior (Fazenda Morros), município de Parnaíba.

### 3.1.5 - Ortognaisses (PP2cog)

O Complexo Cristalândia do Piauí na Folha Mansidão está representada apenas pela unidade ortognáissica (PP2cog). As rochas desta unidade afloram geralmente em lajedos e em leitos de drenagem, ocupando porção do quadrante nordeste da referida folha, adentrando na folha sobrejacente (Curimatá).

Os litotipos predominantes estão representados pelos:

Epidoto-biotita-muscovita metatonalito, mostrando granulação fina a média, milonitizada, coloração acinzentada, rico em plagioclásio (59%), quartzo (20%) e muscovita (12%). Apresenta porfiroclastos de plagioclásio em cristais parcialmente sericitizados, disposto com orientação em matriz fina, recristalizada, mostrando textura granoblástica. O plagioclásio da matriz ocorre em cristais recristalizados, com contatos retos tendendo a formar mosaicos. O quartzo apresenta-se em cristais com contatos de lobados a retos, com forte extinção ondulante, dispostos em agregados orientados. Muscovita, biotita e epidoto dispõem-se em cristais associados;

Granada-muscovita-epidoto-biotita metamonzogranitos (figura 3.9) são de granulação fina a média,



foliados, miloníticos, possuem coloração cinza-claro, rica em plagioclásio (28%), feldspato alcalino (20%), quartzo (20%) e biotita (10%), mostrando textura porfiroclástica e matriz granoblástica. Plagioclásio ocorre em cristais porfiroclásticos, fraturados, com formas tendendo a ocoleares. Feldspato alcalino dispõe em cristais porfiroclásticos fraturados, enquanto que o quartzo apresenta-se em cristais recristalizados com contatos retos, e em cristais recuperados, orientados com contatos retos e mais raramente interlobados. Já a biotita marrom encontra-se em lamelas bem desenvolvidas. Allanita, titanita, apatita, zircão e opacos são os minerais acessórios presentes.



Figura 3.9 – Lajedo de metamonzogranito na localidade Malhada Grande, município de Júlio Borges (PI).

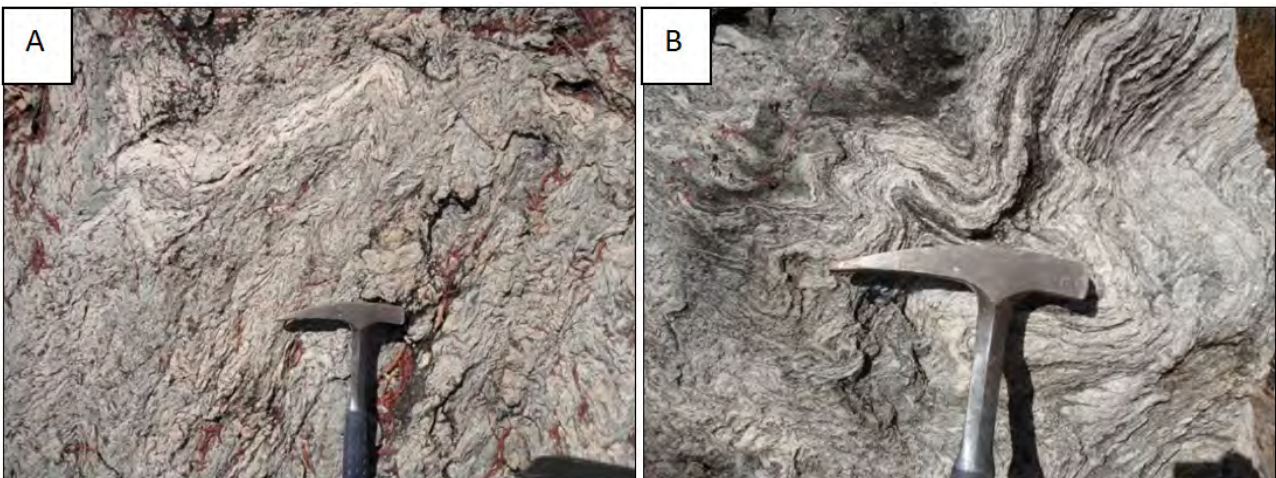
Na Folha Parnaguá em média metade dos gnaisses aflorantes pertencem a esta unidade. Estes gnaisses se distribuem na região sul e sudeste da área: a maior parte numa faixa mais a NE das zonas de cisalhamento/empurrões que cortam a folha diagonalmente na

direção NE-SW, adjacente a esta. Constitui a unidade com afloramentos mais expressivos e preservados nas áreas atribuídas ao embasamento, onde os melhores afloramentos são encontrados como grandes lajedos e matacões. Datação geocronológica foi realizada pelo método U-Pb LA (*laser ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) nesta unidade em muscovita gnaisses apresentando uma idade aproximada de 2100Ma. As rochas possuem tonalidade de cor desde cinza claro esbranquiçada a cinza média rosada e texturalmente apresenta-se com granulometria fina a média, conforme a proximidade maior ou menor das zonas cisalhadas (figuras 3.10 A e B).

### 3.2 - COMPLEXO JÚLIO BORGES (PP2ju)

Incluído originalmente no Complexo Cristalândia do Piauí, esta unidade foi definida pela primeira vez por Aquino (2014) para reunir um grupo de rochas metaplutônicas de composição quartzo diorítica-tonalítica, com enclaves máfico-ultramáficos, que se dispõem como corpos ovalados extremamente alongados na porção sul da Folha Curimatá.

O Complexo Júlio Borges na área em estudo reuni essencialmente rochas metatonalíticas, por vezes gnaissificadas, associadas às rochas metamáfica-metaultramáficas e ocorrem no quadrante norte-nordeste da Folha Mansidão. Afloram geralmente em lajedos ou em leitos de riachos. Os minerais essenciais destas rochas estão representados pelo plagioclásio (49% a 60%), quartzo (17% a 25%), epidoto (7% a 15%), hornblenda (0% a 15%), clorita (3% a 5%) e muscovita (2% a 10%); e os acessórios, por zircão, opaco, titanita, apatita, e sua textura predominante é granoblástica. São rochas foliadas, protomiloníticas a ultramiloníticas com granulagem média a grossa e coloração predominante cinza clara a esverdeada, geralmente com



Figuras 3.10 (A e B) – Biotita gnaisse milonítico (metagranodiorito) cinza esbranquiçado com textura granoblástica, município de Parnaguá (PI).

deformações associadas ao fácies xisto alto a epidoto-anfibolito. Associadas a estas rochas ocorrem às metamáfica-metaultramáficas representadas principalmente por anfibolitos, metagabros e tremolititos.

Uma datação realizada em zircões pelo método U-Pb por LA (*laser ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) em clorita-epidoto-hornblenda tonalito atribui as rochas desta unidade uma idade paleoproterozoica ( $2160 \pm 14$  [ $\pm 15$ ] Ma, MSWD=1.2).

Os tipos petrográficos dominantes são descritos a seguir.

Clorita-epidoto-hornblenda tonalitos (figura 3.11 A) são rochas de granulação média a grossa, às vezes porfíricas, com coloração cinza clara a esverdeada ricas em plagioclásio, quartzo, hornblenda, epidoto e clorita. Plagioclásio ocorre em cristais parcialmente saussuritizados, orientados e em cristais cominuídos formando uma protomatriz. Quartzo apresenta-se em cristais recristalizados de tamanhos variados com contatos tendendo a lobados e mais raramente retos, em agregados orientados. Hornblenda verde e epidoto ocorrem em cristais prismáticos orientados e associados com clorita e muscovita. Epidoto comumente encontra-se associado com muscovita. Titanita, opaco, zircão e apatita observa-se em raros cristais dispersos.

Clorita-epidoto tonalitos são rochas protomiloníticas de granulação média a grossa, coloração cinza clara esverdeada e ricas em plagioclásio, quartzo, epidoto e muscovita. Plagioclásio ocorre em cristais fraturados, parcialmente saussuritizado, orientados e em cristais cominuídos formando uma protomatriz. Quartzo dispõe-se em cristais de tamanhos variados e recristalizados com contatos tendendo a lobados ou retos, em agregados orientados. Epidoto apresenta-se em cristais prismáticos associados à muscovita e clorita. Clorita e muscovita apresentam-se em lamelas orientadas. Titanita, opaco e zircão encontram-se dispersos e em raros cristais. Rochas submetidas a deformações associadas ao fácies xisto alto a epidoto-anfibolito.

Epidoto-muscovita tonalitos são rochas protomiloníticas de granulação média a grossa, coloração cinza clara e rica em feldspato, quartzo e muscovita. Plagioclásio dispõe-se em cristais fraturados, parcialmente saussuritizadas e em cristais cominuídos formando uma protomatriz. Quartzo ocorre em cristais recristalizados de diversos tamanhos com contatos tendendo a lobados em agregados orientados. Epidoto encontra-se em cristais prismáticos associados com a muscovita. Titanita, allanita, zircão e opacos são raros.

Granada-biotita-epidoto tonalito são rochas de granulação fina, cor cinza, textura granoblástica e rica em plagioclásio, quartzo, epidoto, granada e biotita. Plagioclásio ocorre em cristais xenomórficos, poucos sujos, sugerindo alterados em argilominerais. Quart-

zo dispõe-se em cristais recristalizados de diversos tamanhos e agrupados com contatos interdigitados. Biotita marrom pardacenta apresenta-se em lamelas isoladas e placoidais, orientadas perpendiculares à foliação principal. Epidoto apresenta-se em agregados de pequenos cristais associados com granada, biotita e anfibólios. Zircão, apatita e opacos estão associados com micas e dispersos.

Muscovita-epidoto-biotita gnaisses (figura 3.11 B) são rochas foliadas de granulação fina, coloração cinza clara, textura granoblástica e rica em plagioclásio, quartzo, biotita e epidoto. Plagioclásio ocorre em cristais xenomórficos, maclados albita, parcialmente alterados em sericita. Quartzo apresenta-se em cristais recristalizados agrupados formando agregados orientados, com contatos retos e mais raramente interlobados. Biotita marrom avermelhada, epidoto e muscovita dispõem-se em cristais e lamelas orientados. Allanita e zircão são os minerais acessórios presentes e estão metamictizados.

Biotita-epidoto-muscovita metatonalito, rocha ultramilonítica, foliada, coloração cinza clara a esverdeada e rica em plagioclásio, quartzo, muscovita e epidoto. Plagioclásio ocorre em cristais fraturados parcialmente sericitizados, orientados e recristalizados, formando uma matriz muito fina com textura granoblástica. Quartzo dispõe-se em cristais recristalizados de diversos tamanhos com contatos retos dispostos em agregados orientados, e em cristais recristalizados de granulação fina, dispostos em mosaicos juntamente com plagioclásio e epidoto. Epidoto apresenta-se em cristais prismáticos associados com muscovita e biotita parcialmente cloritizada. Rocha submetida a uma deformação associada à fácies anfibolito.

Quartzo anfibolitos são rochas foliadas com textura nematoblástica, granulação fina, coloração esverdeada e rica em hornblenda, plagioclásio e quartzo. Hornblenda verde pálido ocorre em cristais prismáticos orientados impregnados por pequenos cristais de opacos, com raras inclusões de quartzo e titanita. Quartzo apresenta-se em cristais recristalizados de diversos tamanhos com contatos tendendo a retos. Biotita castanha, titanita, opacos e apatita ocorrem em cristais dispersos.

Metagabros, rocha de textura inequigranular, granulação fina a grossa, coloração cinza esverdeada e rica em plagioclásio e anfibólio. Plagioclásio ocorre em cristais tabulares e piriformes, quase que totalmente substituídos por epidoto em diminutos cristais. O anfibólio presente é a hornblenda verde pálida, em parte substituída por actinolita. Clorita forma franjas em bordas de anfibólios. O quartzo é raro e ocorre preenchendo fraturas, juntamente com epidoto. Titanita e opacos são raros e dispersos.

Tremolititos (figura 3.11 C), rochas metaultramáficas de granulação média a grossa rica em anfibólio,



possivelmente da série tremolita-actinolita, de coloração verde pálido dispostos em cristais prismáticos.

Granada-piroxênio-anfibólio rocha manganésifera (figura 3.11 D) são bandada de granulação fina e coloração cinza escura ricas em manganês, constituindo um expressivo afloramento, e estão associadas às metamáfica-metaultramáficas. São rochas foliadas e rica em opaco (37%), granada (17%), piroxênio (23%) e anfibólio (23%). Anfibólio, piroxênio e granada ocorrem em minerais incolores. Piroxênio e anfibólio possuem baixas birrefringências.

### 3.3 - CORPO GRANITOIDE MANSIDÃO (PP2ynp).

Arcanjo e Braz Filho (1999) identificaram duas associações de rochas graníticas do Paleoproterozoico: uma de composição essencialmente tonalítica (Granitoide Tipo Mansidão) e outra de natureza predominantemente granodiorítica (Granitoide Tipo Serra da Pintada). Referem-se a estes corpos, que foram englobados por Winge (1972) no Complexo Antigo, localizada principalmente nas das folhas Mansidão e Curimatá,

como sendo constituído predominantemente pelos núcleos das estruturas dômicas Mansidão, Mocambo, Lagoa do Piripiri, além do corpo Serra da Pintada. Subdividiram os mesmos em Tipos Mansidão e Serra da Pintada. São corpos alongados com direção predominante NNW, envolvidos em quase sua totalidade por gnaisse cisalhados.

Segundo Arcanjo e Braz Filho (1999), datações geocronológicas realizadas pelo método Rb/Sr em uma isócrona de um afloramento nas imediações de Mansidão (BA), forneceu uma idade de 2.046Ma, atribuindo-lhe sua colocação no Paleoproterozoico, com retrabalhamento dessas rochas durante o Neoproterozoico, diagnosticado pelas idades K/Ar em torno de 600Ma.

O corpo Tipo Mansidão se faz presente nos quadrantes nordeste e sudeste da Folha Mansidão, com predominância no último, e encontra-se bordejado pelos metassedimentos dos grupos Rio Preto e Santo Onofre.

As rochas desta unidade afloram em grandes lajedos principalmente nas imediações da sede do muni-



Figuras 3.11 – Rochas/afloramentos do Complexo Júlio Borges : clorita-epidoto-hornblenda tonalito (A); muscovita-epidoto-biotita gnaisse (B); tremolitito (C); afloramento de granada-piroxênio-anfibólio rocha manganésifera (D).



cípio e do distrito Aroeira, ambos de Mansidão (BA). Reuni essencialmente metatonalitos e metamonzogranitos, foliados, com granulação fina a grossa (fenocristais de feldspatos atingindo 2 cm), e por vezes apresentando enclaves máficos centimétricos.

Neste trabalho esta unidade foi subdividida nos fácies 1 (PP2ynp1) e 2 (PP2ynp2). Composicionalmente são similares, mas possuindo granulações distintas, o primeiro predominantemente fina a média e o segundo média a grossa.

Os metatonalitos apresentam como minerais essenciais, plagioclásio (46% a 62%), quartzo (15% a 25%), epidoto (3% a 13%), biotita (5% a 15%), feldspato alcalino (0% a 6%), muscovita (0% a 12%), e como acessórios, zircão, titanita, apatita, allanita e opaco. Já os metamonzogranitos possuem como minerais essenciais, plagioclásio (21% a 33%), quartzo (17% a 35%), feldspato alcalino (20% a 33%), epidoto (3% a 12%), biotita (3% a 10%), muscovita (0% a 13%), e como acessórios zircão, titanita, apatita, allanita e opaco. As rochas que compõem esta unidade são de naturezas tonalíticas ou monzograníticas, submetidas essencialmente ao metamorfismo do fácies anfíbolito.

### 3.3.1 - Granitoide Mansidão - Fácies 1 (PP2ynp1)

Os principais tipos petrográficos desta fácies são descritas a seguir: epidoto-biotita tonalitos (figura 3.12 A) de granulação fina a média, coloração cinza a cinza esbranquiçada, foliados e com texturas granoblásticas ou protomiloníticas; muscovita-biotita-epidoto tonalitos, muscovita-epidoto biotita tonalitos e granada-epidoto-biotita tonalito são rochas de granulação fina, coloração cinza a cinza esbranquiçada, foliada e textura granoblástica; muscovita-epidoto-biotita milonito metamonzogranitos são de granulação fina a

média, coloração esbranquiçada, foliada mostrando porfiroclastos oceolares; granada-biotita monzogranito (figura 3.12 B) são de granulação fina a média, foliadas, coloração cinza esbranquiçada e textura protomilonítica; granada-epidoto-biotita monzogranitos são de granulação fina a grossa, coloração cinza rosada, foliadas e textura protomilonítica; e muscovita-epidoto milonito monzogranitos são de granulação fina a média, coloração cinza claro, foliada, mostrando cristais porfiroclásticos de feldspato potássico e plagioclásio em matriz com textura granoblástica.

### 3.3.2 - Granitoide Mansidão - Fácies 2 (PP2ynp2).

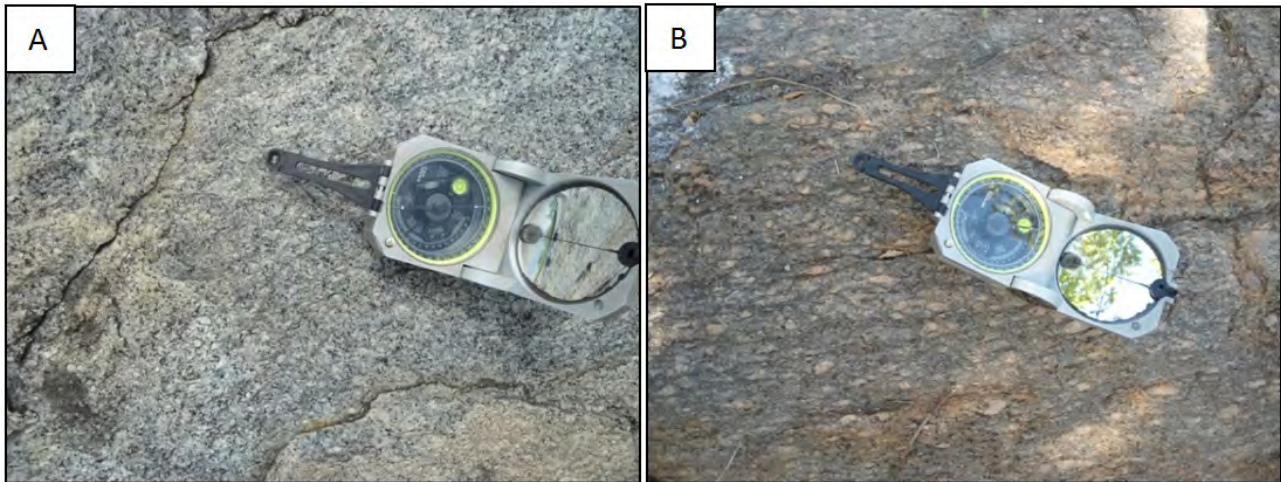
O fácies 2 petrograficamente está representada principalmente pelos: biotita-epidoto tonalitos (figura 3.13 A) possuem granulação média a grossa, às vezes porfíricas, coloração acinzentada a esbranquiçada, foliada e textura granoblástica; biotita-epidoto-muscovita metamonzogranitos (figura 3.13 B) são miloníticas, média a grossa, foliadas, coloração cinza esbranquiçada, mostrando porfiroclastos principalmente de feldspato alcalino; granada-muscovita-epidoto-biotita metamonzogranitos são miloníticas, foliadas, granulação média a grossa, coloração cinza clara, textura porfiroclástica e matriz granoblástica; epidoto-granada-muscovita ultramilonito são foliados, granulação média a grossa, coloração cinza clara a rosada e textura granoblástica; biotita-muscovita ultramilonito xistificada são de granulação média a grossa, coloração acinzentada, foliada, textura porfiroclástica.

Uma datação realizada em zircões pelo método U-Pb por LA (*laser ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) em biotita-epidoto-muscovita milonito (metamonzogranito) atribui as rochas desta unidade uma idade paleoproterozoica ( $2105.8 \pm 3.8$  [ $\pm 7.4$ ] Ma, MSWD=1.5).



Figuras 3.12 – Epidoto-biotita-tonalito (A) e granada-biotita monzogranito (B) da fácies 1 do Granitoide Mansidão.





Figuras 3.13 – Tonalito (A) e metamonzogranito (B) da fácies 2 do Corpo Granitoide Mansidão.

### 3.4 - GRANITO VOLTA GRANDE (PP2yvg)

Esta unidade anteriormente era incluída no Complexo Antigo de Winge (1972) e posteriormente no Corpo Granitoide Mansidão de Arcanjo et al. (1999).

A unidade Granito Volta Grande foi individualizada e denominada por Aquino (2014), na Folha Curimatá (PGB-CPRM), para designar extenso corpo granítico com forma ovalada e alongada no sentido N-S e localizada no interior do padrão estrutural em leque na porção centro-leste da referida folha. Cita ainda, que outros afloramentos graníticos foram encontrados em áreas dominadas pelo Complexo Cristalândia do Piauí.

Segundo a mesma autora, as rochas desta unidade são foliadas, possuem colorações acinzentadas, granulações grossas e petrograficamente apresentam texturas comumente porfiríticas, com matriz de granulação fina a grossa, granoblástica, mostrando cristais centimétricos de feldspato potássico relativamente orientados e, classificadas predominantemente como metamonzogranitos e subordinadamente metagranodiorito e/ou metatonalito, deformadas sob metamorfismo do fácies anfíbolito.

As rochas desta unidade na área do projeto encontram-se somente na Folha Mansidão em duas pequenas faixas no quadrante nordeste. Afloram em lajedos e são constituídas por tonalitos foliados (metatonalitos). Possuem coloração acinzentada, granulação fina a média, mostrando textura predominantemente granoblásticas.

Petrograficamente foram classificadas como: muscovita-epidoto-biotita tonalitos (figura 3.14) são rochas foliadas e ultramiloníticas, coloração acinzentada, granulação fina a média, mostrando textura porfiroclástica e matriz granoblástica. O plagioclásio ocorre em cristais porfiroclásticos e parcialmente alterado em sericita. O quartzo apresenta-se em cristais recristalizados, agrupados, com contatos retos e em

cristais recuperados, orientados. A biotita dispõe-se em lamelas bem desenvolvidas; (granada)-muscovita-epidoto metatonalitos são foliados e microdobrados, granulação média, coloração acinzentada e apresentam textura granoblástica; biotita-epidoto-muscovita tonalitos são rochas foliadas, granulação fina a média, cor cinza clara, textura granoblástica rica em plagioclásio, quartzo, muscovita e epidoto. Plagioclásio ocorre em cristais parcialmente alterados em sericita. Quartzo dispõe-se em cristais recristalizados com contatos tendendo a retos. Muscovita, epidoto, granada e biotita ocorrem em lamelas orientadas. Opaco, allanita, titanita, apatita e granada são os minerais acessórios presentes; granada-biotita-epidoto tonalitos foliados são rochas de granulação fina, coloração acinzentada e textura granoblástica.

### 3.5 - ORTOGNAISSES JACU (PP3jc)

Em meio às rochas do Complexo Cristalândia do Piauí é possível identificar uma sequência de rochas



Figura 3.14 – Afloramento de rochas tonalíticas do Granito Volta Grande.



metaplutônicas de predominância alcalina, ocupando uma porção na parte centro-oeste da Folha Rio Paraim. A ausência de continuidade de afloramentos impossibilitou uma exata relação de contatos com as demais unidades, enquanto sua demarcação deu-se com o auxílio da geofísica (gamaespectrometria).

Em campo, essas rochas apresentam-se miloníticas com cristais porfiroclásticos de feldspato potássico em uma matriz fina, foliada, rica em minerais quartzo-feldspatos e micáceos. Alguns locais apresentam textura migmatítica em bandas mesossomáticas e leucossomáticas. Petrograficamente são compostos por biotita-muscovita meta álcali feldspato granito e epidoto-biotita gnaiss. O quartzo ocorre em agregados orientados muitas vezes descontínuos, com contatos retos tendendo a formarem mosaicos. Já as muscovitas e biotitas ocorrem orientadas. Nas figuras 3.15 A e B se observa os aspectos macroscópicos das rochas desta unidade.

As rochas meta álcali feldspato granitos foram datadas pelo método U-Pb LA (*laser ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*), próxima à localidade Jacu e revelaram uma idade de 2.02Ga, o que o situa como alojado surgido no Orosiriano.

### 3.6 - GRUPO RIO PRETO (M3NP1rp)

A Faixa Rio Preto corresponde a um cinturão de dobramentos bordejando o Cráton do São Francisco em sua porção noroeste. Foi referenciada por Barbosa e Batista (1971) como uma sequência metasedimentar composta por filitos, xistos e gnaisses. Os trabalhos precursores que engloba a geologia da Faixa Rio Preto deve-se a Moraes Rego (1926) e Domingues (1947) onde descreveram os quartzitos e filitos do vale do rio Preto, os calcários e filitos da

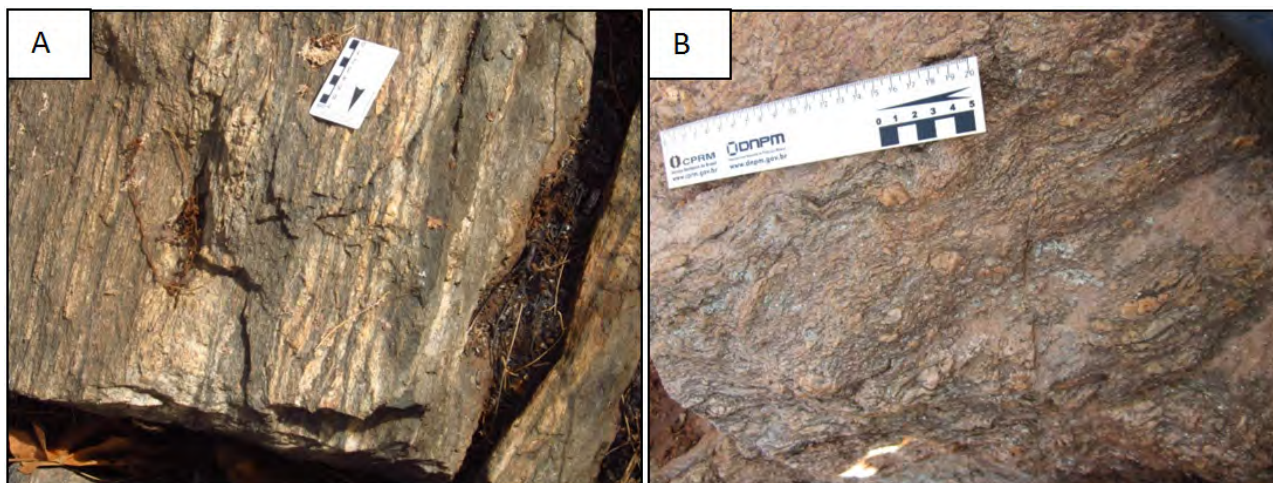
região de São Desidério e da vila Cariparé, os arenitos que ocorrem em cotas acima de 650m (metros) da Formação Urucuia, e os sedimentos quartenários recentes da planície São Francisco.

Segundo Uhlein et al. (2011) a Faixa Rio Preto ocorre no noroeste da Bahia e sul do Piauí. É constituída pelas formações Formosa (mica xistos graníferos, xistos verdes, anfíbolitos) de idade Paleoproterozoica (~1,9Ga) e Canabrinha (metadiamictitos, quartzitos, mica xistos) de idade Neoproterozoica (600-450Ma). Segundo os mesmos, as faixas Rio Preto, Pontal e Sergipana representam um sistema orogênico de mais de 1000Km (quilômetros) de extensão, desenvolvido na margens norte do Cráton São Francisco durante o Neoproterozoico.

Santos et al. (1977) colocaram os metassedimentos do noroeste da Bahia sob a denominação Grupo Rio Preto situando-se acima do Grupo Chapada Diamantina (Mesoproterozoico) e abaixo do Grupo Bambuí (Neoproterozoico). Egydio-Silva (1987) colocou grande parte do Grupo Rio Preto na base do Grupo Bambuí (Formação Canabrinha) e o restante do grupo como correlato ao Grupo Chapada Diamantina.

Caxito (2010) baseado em novos dados estratigráficos, litológicos e geocronológicos da região da Faixa Rio Preto, propôs uma nova subdivisão estratigráfica, com o Grupo Rio Preto englobando as formações neoproterozoicas Canabrinha e Formosa.

Na Folha Rio Paraim foram encontradas exposições de xistos e quartzitos cujo limite de contato com o embasamento ocorre principalmente cortando a folha de Nordeste a Sudoeste, ficando os xistos dispostos a Sudeste deste contato. Devido à tectônica de baixo ângulo na forma de cisalhamento contracional ocorrem ainda xistos e quartzitos em forma de corpos isolados em contato direto sobre o Complexo Cristalândia do Piauí.



Figuras 3.15 - Ortognaisse migmatizado mostrando as bandas leuco/mesossomáticas (A); Ortognaisse derivado de um meta álcali feldspato granito (B).

Os melhores afloramentos da referida folha estão em corte de estradas ao longo da encosta da Serra da Tabatinga. Os xistos são mais grafitosos ao Noroeste e menos ao Sul. Na porção Sul, por outro lado, ocorrem cristais de granadas maiores que ao Norte. Lentes de quartzitos ocorrem em quase toda a sequência, porém dois corpos maiores estão presentes acompanhando a tectônica Contracional SW-NE. Estes dois tipos litológicos foram agrupados nas fácies xistosa e outra quartzosa, denominadas respectivamente, M3N1rp3 e M3N1rp2q. Em ambas as fácies ocorrem minerais de manganês (óxidos opacos) e titânio (rutilo e ilmenita), além da grafita que ocorre em pequenas lentes nas rochas xistosas.

### 3.6.1 - Fácies quartzosa (M3N1rp2q)

Presente nas três folhas deste projeto (Mansidão, Rio Paraim e Parnaguá) geralmente esta fácies está representada por quartzitos, em formas de cristas nos topos de serras ou em lentes delgadas dentro dos filitos/xistos.

Esta unidade é composta essencialmente por metassedimentos quartzoso e subordinadamente xistosos. Os quartzitos, quase que em sua totalidade, possuem texturas granoblásticas.

Estas rochas apresentam coloração variadas, principalmente cinza-claro, cinza-claro rosada, cinza-claro esverdeada e esbranquiçada. Possuem granulação muito fina a fina, ricas em quartzo e micas, e são foliadas.

Os tipos petrográficos dominantes são sericita quartzitos, muscovita quartzitos, opaco-muscovita quartzitos (figura 3.16 A), quartzo muscovita xistos, entre outros.

Os quartzitos são rochas de granulação fina mostrando textura granoblástica. O quartzo ocorre em

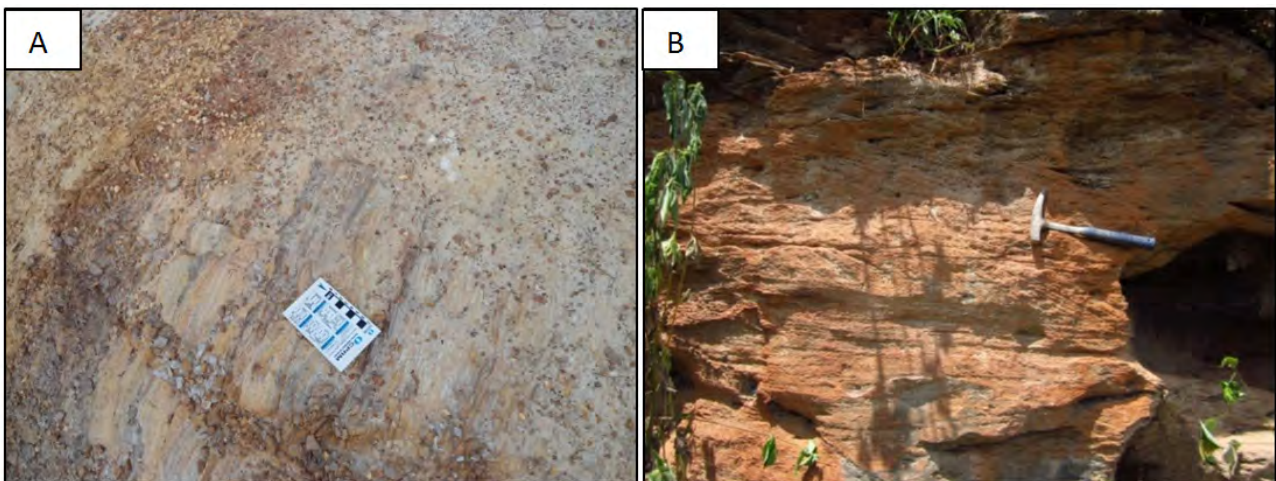
cristais recristalizados e orientados, geralmente com contatos retos tendendo a formar mosaicos. Opaco, zircão e turmalinas encontram-se dispersos e são os principais minerais acessórios.

Os xistos estão representados principalmente pelos quartzos muscovita xistos. São rochas de granulação fina e coloração cinza esverdeada, foliados e mostrando textura granolepidoblástica. O quartzo apresenta-se em cristais recristalizados, orientados, com contatos retos tendendo a formarem mosaicos. A muscovita ocorre em lamelas orientadas e bem desenvolvidas, às vezes, impregnadas por óxidos de ferro. Opacos e limonita são os minerais acessórios mais comuns.

Comumente são observados nesta unidade, corpos de rochas manganíferas, localizados próximo ao contato com os quartzitos da Formação Boqueirão, além de crostas manganíferas. Este corpos são aflorantes e descontínuos em superfície, porém são paralelos a Serra do Boqueirão, com foliação média de 340°/40°SW.

Na Folha Rio Paraim a fácies quartzosa está representada por lentes dentro dos xistos, muitos dos pontos elevados do relevo e são compostos por quartzitos, assim como parte da Serra da Tabatinga e algumas escarpas ao sul desta serra. As rochas possuem em geral cor creme e rosa, com granulação fina a média, compostas basicamente por muscovita quartzo e granadas. Os teores de quartzo estão sempre elevados seguidos pela muscovita. Alguns destes quartzitos são ferruginosos na forma de formações ferríferas em corpos métricos a decamétricos. Em alguns afloramentos podem ser vistas estruturas sin-sedimentares, como estratificações cruzadas (figura 3.16 B).

Afloramentos de quartzitos na Folha Parnaguá são às vezes expressivos, em muitos casos encontra-



Figuras 3.16 – Opaco-muscovita quartzito (A) e possíveis formas sin-sedimentares (estratificações cruzadas) em quartzitos (B).



dos como lentes dentro de xistos e com maior espessura, nos topos das serras presentes na área. Estas rochas são responsáveis pela sustentação do relevo e podem ser descritas como cristas alongadas na faixa sudeste que corta a folha segundo a direção NE-SW. As rochas possuem coloração geral clara a rosada, com granulação fina a média e textura granoblástica. Os quartzitos mostram também variações com muscovita e com granada associada, com a muscovita ou com feldspato, mostrando granulação fina a média e variação composicional que indica uma proveniência pré-metamórfica a partir de sedimentos arenosos e/ou arcoseanos. (figura 3.17).



Figura 3.17 – Afloramento de muscovita quartzito da região da região de Varzante, Parnaaguá (PI).

### 3.6.2 - Fácies xistosa (M3N1rp3)

Esta unidade encontra-se cartografada nas três folhas, sendo a de maior domínio geográfico da área em estudo e é composta principalmente por xistos e filitos grafitosos, contendo quartzitos, metarenitos e metassiltitos subordinadamente. Comumente essas rochas apresentam enriquecimento supergênico de manganês e/ou ferro.

Os xistos possuem granulação fina e coloração acinzentada de varias tonalidades e geralmente mostrando elevado grau de alteração e são constituídos essencialmente por sericita, muscovita, biotita, grafita e quartzo, com textura predominantemente lepidoblástica.

Petrograficamente são classificados como: opaco-quartzo-limonita-muscovita xisto, opaco-quartzo-óxido de ferro-muscovita xisto, quartzo-óxido de ferro-muscovita xisto, limonita-opaco-muscovita xisto, opaco-muscovita-quartzo xisto, limonita-grafita-muscovita xisto, cianita-quartzo-muscovita xisto, quartzo-grafita-muscovita xisto, limonita-quartzo-grafita-muscovita xisto, muscovita-limonita-quart-

zo xisto, quartzo-goetita muscovita xisto, opaco (grafita)-quartzo-muscovita xisto.

As intercalações de quartzitos e metarenitos estão representadas principalmente pelos litotipos muscovita quartzitos de granulação fina e coloração cinza esbranquiçada, foliada, mostrando textura granoblástica; e por opaco metarenitos com granulometria variando de areia fina a grossa, orientadas.

Crosta e películas manganésíferas são comuns nesta unidade. As crostas geralmente apresentam-se em solos residuais de rochas xistosas, enquanto que as finíssimas lentes ocorrem encaixadas nos xistos, concordante com as foliações.

Na Folha Rio Paraim esta fácies xistosa é composta basicamente por muscovita±sericita xistos (figura 3.18 A) contendo ainda granadas (figura 3.18 B) e opacos, resultando em uma variação de muscovita-xisto a quartzo-xisto, sendo comum a ocorrência de lentes de grafita (figura 3.18 C). Normalmente sua textura é fina a lepidoblástica, de coloração variando entre o amarelo claro, vermelho e roxo. Está presente uma estruturação principal, metamórfica em fácies xisto verde, marcada pela foliação principal da rocha sobreposta por uma foliação de plano axial de mais alto ângulo, muitas vezes contendo granadas crescidas ao longo deste plano, além de crenulações.

#### 3.6.2.1 - Litofácies grafitosa (M3N1rp3g)

Foi cartografada na unidade Rio Preto, fácies xistosa (M3N1rp3), uma nova litofácies denominando-a de grafitosa (M3N1rp3g), devido ao seu domínio geográfico e carácter/importância econômica. Esta unidade encontra-se localizada no extremo noroeste da Folha Mansidão, e macroscopicamente são filitos/xistos grafitosos, geralmente intemperizados.

Petrograficamente algumas amostras foram descritas como: opaco-muscovita xistos (figura 3.19 A) foliados, com micro dobras, granulação fina, coloração cinza-chumbo, ricos em muscovitas (66%) e opacos (25%), mostrando textura lepidoblástica; e opaco-muscovita quartzo xistos (figura 3.19 B) que se apresentam foliados, finamente bandados, com granulação fina, coloração cinza-chumbo, textura granoblástica ricos em opacos (17%), muscovitas (37%) e quartzos (45%).

### 3.7 - GRUPO BAMBUÍ (NPb)

O Grupo Bambuí é uma sucessão de rochas sedimentares siliciclásticas e carbonáticas típicas de sedimentos plataformais depositados em mar epicontinental durante o Neoproterozoico, pertencentes à bacia Intracratônica do São Francisco (Almeida, 1977).



Figuras 3.18 – Fácies xistosa do Grupo Rio Preto. Opaco-muscovita-quartzo xisto (A); granadas presentes nos xistos (B); xisto grafitoso (C).



Figuras 3.19 - Litofácies grafitosa do Grupo Rio Preto com porções grafitosa. Opaco-muscovita xisto (A) e opaco-muscovita quartzo xisto (B).

### 3.7.1 - Formação Serra da Mamona (NP2bm)

O nome Formação Serra da Mamona, uma das unidades pertencentes ao Grupo Bambuí, foi proposto por Silva, 1987, para designar uma sequência de rochas siliciclásticas cuja seção tipo remete a localidade homônima próxima a São Desidério-BA.

Na região aqui estudada, esta unidade foi cartografada apenas na porção sul da Folha Rio Paraim,

estes arenitos ocorrem nas proximidades da cidade de Santa Rita de Cássia-BA, a oeste e a norte. Estes arenitos (figura 3.20) são de coloração amarelada, granulometria variando de argila a areia fina e são compostos basicamente por quartzo e sericita entre outros minerais como goetita e opacos. Ocorrem sobrepondo em contato discordante, os xistos do Grupo Rio Preto, ocorrendo descontinuamente pela porção sudeste da folha e eventualmente preservam fei-



ções sin-deposicionais. Devido a um possível esforço oriundo do empurrão provocado pela compressão Brasileira, a unidade Serra da Mamona apresenta ainda um pequeno metamorfismo e estruturas de clivagem ardosiana, além de algumas dobras abertas em alguns afloramentos.



Figura 3.20 – Rocha arenítica da Formação Serra da Mamona.

### 3.8 - GRUPO SANTO ONOFRE (MPo)

Para Loureiro (2008) a Sinéclise Santo Onofre se configura como uma depressão alongada com direção N-S, preenchida por sedimentações diversas se-

gundo uma geometria triangular aberta para norte, definidas pelas serras do Estreito e Boqueirão e, as unidades pertencentes a essa bacia compõem o Grupo Santo Onofre, subdividido por Guimarães (2008) nas formações Fazendinha, Serra da Vereda, Serra da Garapa e Boqueirão, metamorfisadas na fácies xisto verde.

Segundo Arcanjo e Braz Filho (1999) o referido grupo está representado na região pelos metassedimentos mesoproterozoicos que constituem principalmente as serras do Estreito e Boqueirão.

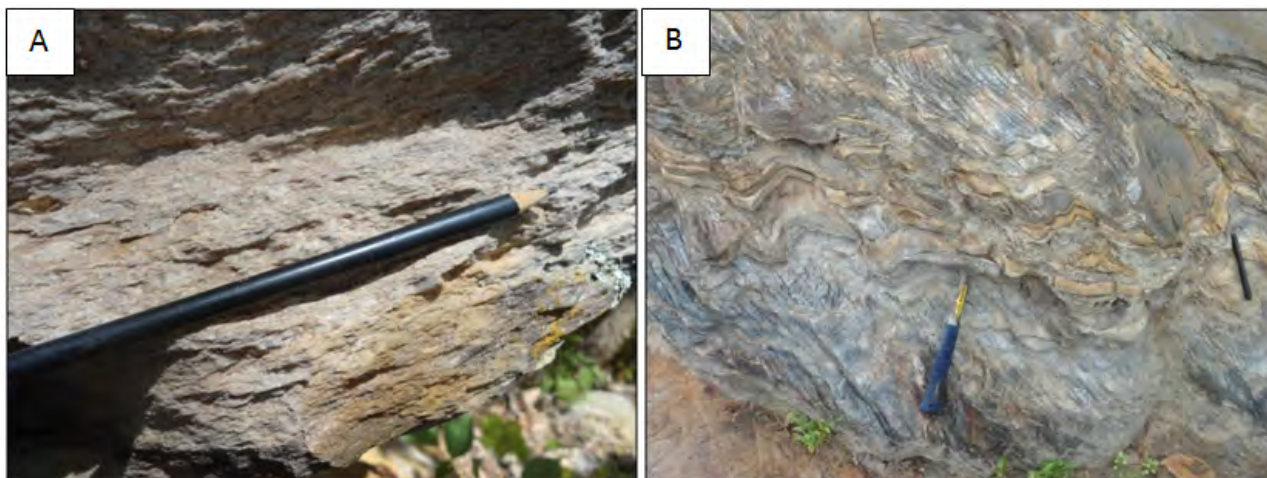
Na área em estudo apenas a Formação Boqueirão encontra-se presente, a qual foi cartografada apenas na Folha Mansidão.

#### 3.8.1 - Formação Serra do Boqueirão 2 (NPob).

A Formação Serra do Boqueirão 2 está representada na área em estudo pelos metassedimentos das serras do Boqueirão e outras de menores expressões geográficas. Encontra-se distribuída na área do projeto em faixas geralmente contínuas com direção predominante NW-SE, nos quadrantes sudeste e nordeste da Folha Mansidão. Litologicamente está representada pelo predomínio de quartzitos com intercalações subordinadas de filitos e xistos.

Datação em zircões detríticos pelo método U-Pb por LA (*laser ablation*)-ICPMS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) realizada em sericita quartzito da Serra do Boqueirão atribui as rochas desta unidade uma idade de 938 a 828Ma, indicando sua deposição pelo menos a partir do Neoproterozoico.

Os tipos petrográficos dominantes são: quartzitos, sericita quartzitos (figura 3.21 A), muscovita quartzitos (figura 3.21 B), quartzitos miloníticos e opaco quartzitos miloníticos



Figuras 3.21 – Sericita quartzito (A) e muscovita quartzito (B) das serras do Boqueirão e Cercado, respectivamente.



São rochas de granulações finas, colorações cinza a cinzas rosadas, foliadas, com estruturas orientadas e texturas granoblásticas. O quartzo ocorre em cristais recristalizados com contatos retos a interdigitados e mais raramente interlobados, às vezes, com tendência a formarem mosaicos. A sericita e a muscovita ocorrem em lamelas finas orientadas. Turmalina, zircão e opacos são os principais minerais acessórios.

Intercalações de filitos com espessuras variáveis são comuns nestes quartzitos. São geralmente de colorações acinzentadas e esverdeadas apresentando clivagens de crenulações e, às vezes, são grafitosos e/ou granadíferos. Xistos também são comuns e encontram-se intercalados nos referidos quartzitos, principalmente os muscovitas-quartzo xistos e sericita-quartzo xistos com colorações e espessuras variadas.

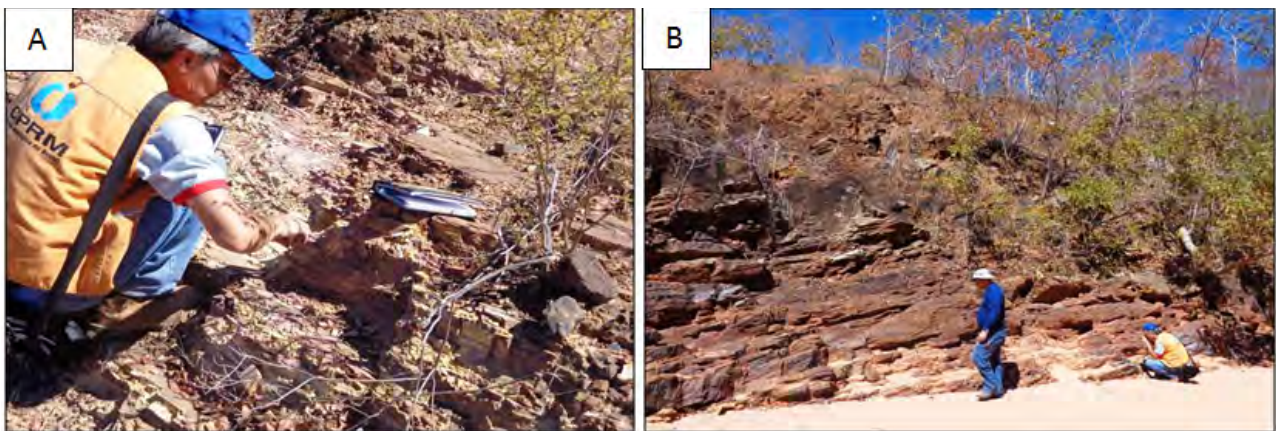
### 3.9 - BACIA DO ARAÇÁ

Mapeada inicialmente por Lima e Leite (1978) durante o projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba como correlata

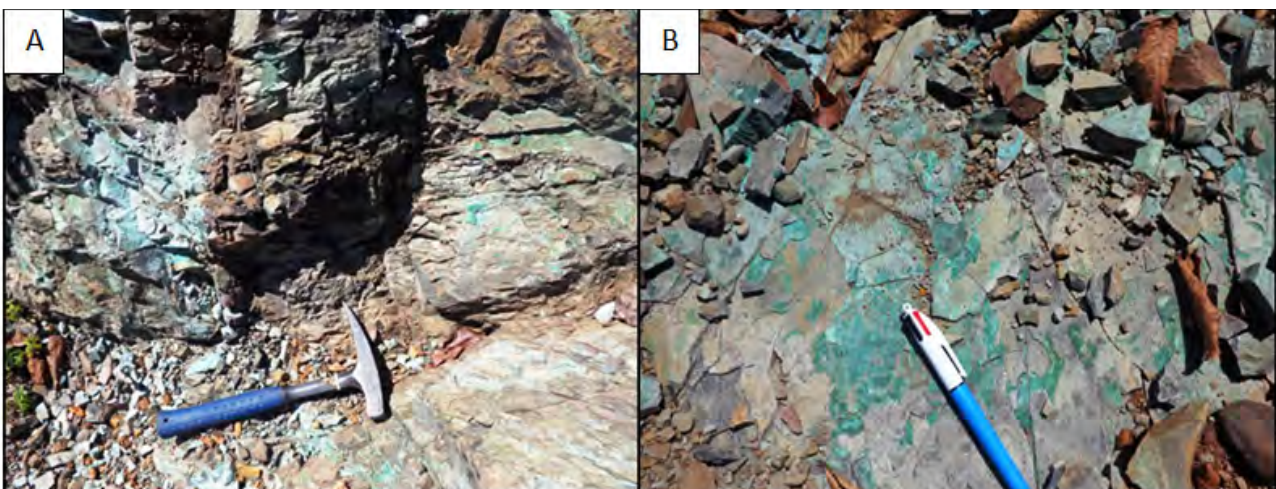
ao Grupo Bambuí, os metassedimentos desta bacia foram cartografados com detalhes neste trabalho, sendo denominado aqui de Bacia do Araçá, onde foi subdividida em três unidades descritas a seguir, todas aflorantes na toponímia denominada Araçá. Nesta região e também na denominada fazenda Porta do Araçá (porção oeste-sudoeste da Folha Parnaguá) do município de Corrente-PI, foram observados litotipos metassedimentares de baixo grau metamórfico (meta-argilito, xisto verde inferior), constituídas por metassiltitos/filitos intemperizados, com uma foliação proeminente (figuras 3.22 A e B).

#### 3.9.1 - Unidade Porta do Araçá (Eoarp)

Esta unidade corresponde à base da Bacia do Araçá e é composta por meta argilitos a metassiltitos com mineralizações de malaquita nas foliações (figuras 3.23 A e B). As rochas mostram minerais do grupo da argila, formando finíssimas lamelas. Dispersos ocorrem raros fragmentos de quartzo.



Figuras 3.22 - Visão geral do afloramento de metassiltitos a meta-argilitos/filitos (A) no riacho Araçá e detalhe dos metassiltitos e filitos (B) com laminação plano-paralelas (Corrente-PI).



Figuras 3.23 – Afloramento (A) e detalhe (B) de meta-argilito com mineralizações de carbonato de cobre (malaquita) pertencente à Unidade Porta do Araçá.



Ocorrem também os metassiltitos de coloração cinza esverdeada, com carbonato de cobre em sua composição, por vezes bastante intemperizados e fraturados e, mais raramente tectonizado, com a presença de pequenas dobras.

### 3.9.2 - Unidade Riacho do Araçá (Eoarr)

Caracterizada por exposições de rochas brechadas (grauvaca) de coloração cinza escuro, com fragmentos angulosos de carbonato e de rochas, dispostos em matriz rica em sericita, quartzo e carbonato. Além dos litotipos referidos, na região do Araçá também é observado uma brecha de falha. Esta rocha é constituída por fragmentos angulosos de metacalcários e metassiltitos/filitos apresentando dimensões variando de 0,5 cm a 20 cm de comprimento (figura 3.24 A e B).

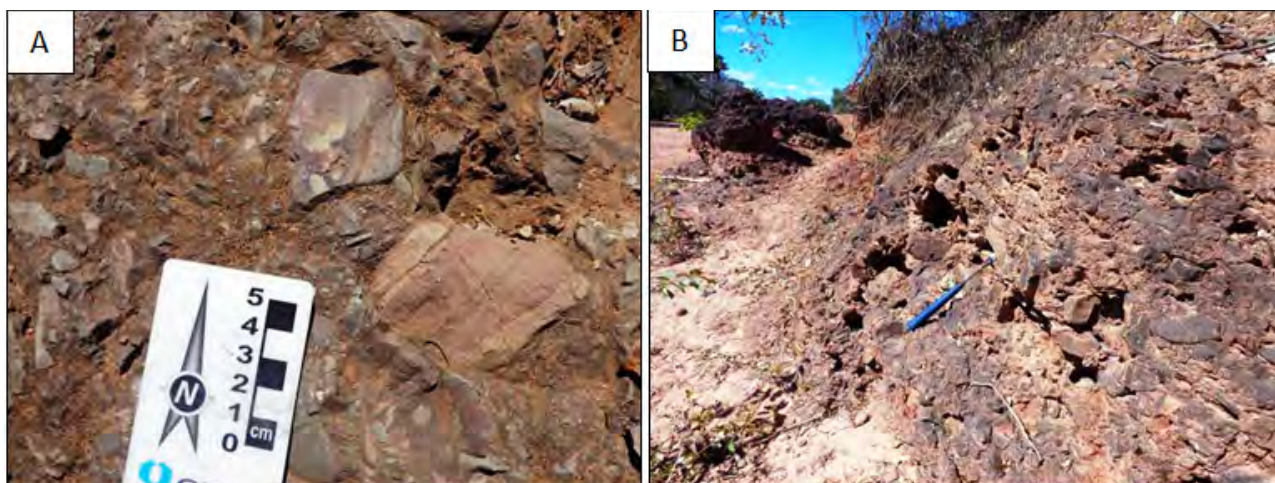
Esta unidade da região do Araçá ainda não tinham sido cartografados/individualizada nos mapas anteriores e encontra-se posicionada na borda da Bacia

do Parnaíba. Microscopicamente foram classificadas como grauvacas, mostrando fragmentos angulosos de quartzo, feldspatos, micas (muscovita e clorita), carbonato e de rochas, com granulação variando de areia média a muito fina, dispostos em matriz rica em sericita, quartzo e carbonato. Os minerais opacos e turmalina são os minerais acessórios presentes.

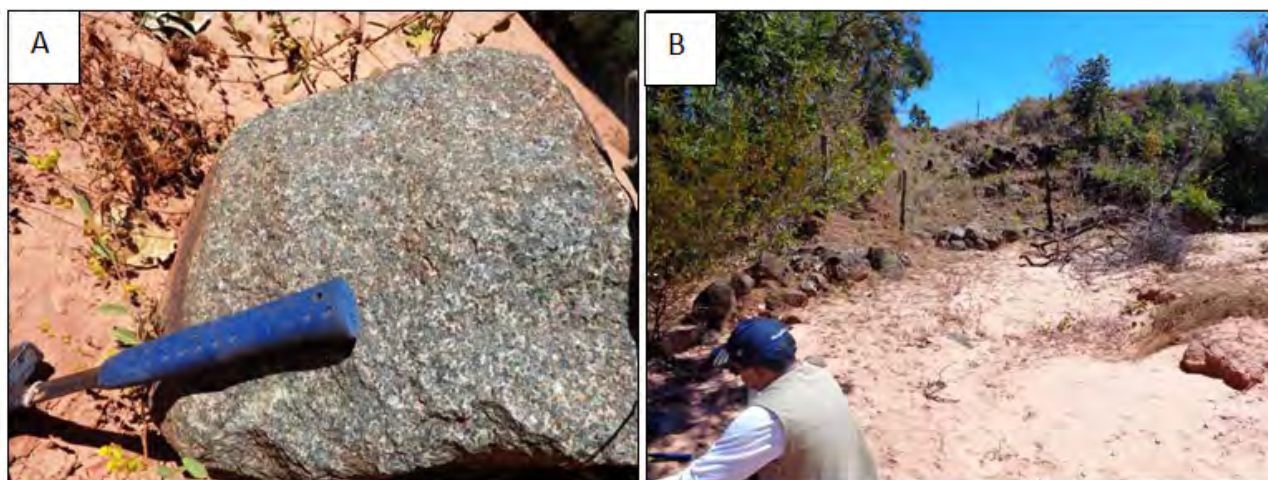
### 3.9.3 - Unidade Caraíba Grossa (Eoarc)

Correspondendo ao topo da bacia, é composta por arenitos a metassiltitos com microlentes de malaquita nas foliações, possuindo estratificação acanalada e plana paralela de pequeno a grande porte.

Estes litotipos são intrudidos por uma rocha ígnea isotrópica com textura grossa e coloração esverdeada, constituída por um epidoto-anfibólio gabro/diabásio (figuras 3.25 A, B e 3.26) contendo carbonato, calcita e clorita. Estes minerais, juntamente com o epidoto são produtos de alteração (minerais secundários).



Figuras 3.24 - Visão geral do afloramento de brecha na região do Araçá, Corrente-PI (A); Detalhe da brecha da região do Araçá, com fragmentos de carbonatos e metassiltitos/filitos (B).



Figuras 3.25 - Visão geral do afloramento (A) de rocha gabróica/diabásio pórfiro no riacho Araçá e detalhe da rocha gabróica/diabásio pórfiro (B) da região de Araçá (Folha Parnaguá, Corrente-PI).

Petrograficamente corresponde a um diabásio pórfiro, descrita como uma rocha mostrando textura porfírica com matriz fina, contendo minerais de anfibólio uralítico formando cristais porfíricos com coloração verde pálido, subédricos a anédricos, atingindo até 5 mm, mostrando inclusão de plagioclásio e fraturas preenchidas por carbonato, provavelmente substituindo clinopiroxênio.

A matriz é composta por plagioclásio ripiformes, agregados de cristais de epidoto, associados ou não com clorita. Carbonato é o mineral mais tardio da rocha, mostrando inclusões de epidoto e plagioclásio. A titanita ocorre em cristais dispersos normalmente esqueletais atingindo até 2 mm.



Figura 3.26 – Detalhe de uma seção serrada da rocha gabrítica/diabásio pórfiro da região de Aracá, município de Corrente-PI.

### 3.10 - BACIA DO PARNAÍBA

#### 3.10.1 - Grupo Serra Grande (Ssg)

O nome Serra Grande foi usado pela primeira vez por Small (1914) para designar o espesso pacote de arenitos que formam as escarpas da margem oriental da Bacia do Piauí-Maranhão. Entretanto, o mesmo autor colocou os arenitos Serra Grande abaixo dos Folhelhos Pimenteira. Campbell *et al.* (1949) novamente inverteu a posição dessas duas unidades, cabendo a Blankennagel (1952) restabelecer as verdadeiras posições estratigráficas. Trabalhos subsequentes confirmaram Serra Grande como unidade basal, seguida das formações Itaim e Pimenteira. A sedimentação do Grupo Serra Grande, inicia-se com arenitos brancos grossos, conglomeráticos, contendo leitos de até 20 metros de conglomerado oligomítico grosso, com sei-

xos de quartzo, de até 20 cm de diâmetro, diminuindo de tamanho da base para o topo (granodecrescência ascendente); seguem-se arenitos grossos com estratificação cruzada diagonal. Localmente aparecem intercalações de siltitos e folhelhos arroxeados, principalmente no topo deste grupo.

O contato inferior se faz em nítida discordância angular sobre rochas metamórficas do pré-Cambriano; o superior se faz com os folhelhos da Formação Pimenteira e arenitos da Formação Itaim, de maneira concordante e em certos locais são marcados por superfície ferruginosa endurecida. Esse grupo é composto, da base para o topo, pelas formações Ipu, Tianguá e Jaicós. Devido a várias descrições de furos de sondagem na bacia, esta sequência é bem estudada, mas até então, na área em estudo, o Grupo Serra Grande encontrava-se indiscriminado. Góes e Feijó (1994) interpretaram esta sequência como de ambiente flúvio-glacial e glacial, posteriormente nerítico e fluvial entrelaçado. A Bacia do Parnaíba é um dos quatro sítios deposicionais que consistem a Província Parnaíba; tais sítios são separados por discordâncias que limitam as superseqüências descritas por Góes e Feijó (1994). Segundo estes autores a Província do Parnaíba pode ser dividida em Bacia do Parnaíba, Bacia das Alpercatas, Bacia do Grajaú e Bacia do Espigão-Mestre. Góes (1995) classificou cada uma destas bacias, respectivamente, como do tipo IF/IS (Fratura Interior/Depressão Interior), a segunda do tipo IF (Fratura Interior), a terceira do tipo MS (Depressão Marginal) e a quarta do tipo IS (Depressão Interior) (apud Delgado *et al.*, 2003).

#### 3.10.1.1 - Formação Ipu (Ssgi)

São arenitos grossos a muito grossos e conglomeráticos, bastante heterogêneos no que se refere ao tamanho de seus constituintes, podendo conter seixos e calhaus de quartzo e de rocha, que são em sua maioria subarredondados, porém em algumas partes pode-se encontrar seixos, matações e calhaus subangulosos. A matriz é constituída de arenitos grossos com tons cremes, esbranquiçados e rosados. Notável é a presença de estratificações acanaladas de grande porte. Fazendo contato a sudeste com ortognaisses do Complexo Cristalândia do Piauí, se estendem ao longo de uma possível zona de falha normal que limita a Bacia Parnaíba na região. Seu limite a norte-nordeste da folha é feito com a Formação Jaicós através de uma zona de falha distensional com sentido nordeste.

A Formação Ipu foi mapeada na Folha Parnaíba, sucedida por rochas da Formação Tianguá e posteriormente a Jaicós. A Formação Ipu constitui-se de arenitos compostos por areia fina a grossa intercalados com arenitos conglomeráticos e níveis de conglomerados,



conforme mostrado na figura 3.27. Estes possuem comumente 30 cm de espessura. A formação é composta, na maior parte, por quartzo, e subordinadamente, opacos. Foram descritos ainda, estratos cruzados de médio porte, com paleocorrentes locais (azimute 325°). A atitude da superfície de acamamento possui média de 220°/5° e mergulhos eventuais de até 8°.



Figura 3.27 - Afloramento da Formação Ipu mostrando conglomerado na base e arenito conglomerático no topo.

Na Folha Parnaguá a Formação Ipu aflora, mais expressivamente, no extremo leste, próximo à cidade de Parnaguá e na Serra do Parnaguá, onde se constitui de arenito conglomerático cinza com níveis de conglomerados e estratificação cruzada tabular, indicando paleocorrentes para oeste. A Formação Ipu foi também observada nas margens da Lagoa do Parnaguá, onde os afloramentos se encontram ainda preservados.

Os afloramentos da Formação Ipu descritos na área consistem-se em alguns arenitos de coloração amarelada e granulometria média a grossa, com estruturas sedimentares dos tipos estratificação plano-paralela e cruzadas tabulares, e às vezes, localmente alterados a friáveis, intercalados com conglomerados sustentados por grãos.

### 3.10.1.2 - Formação Tianguá (Ssgt)

Observada em larga escala nas serras de Parnaguá e Olhos d'Água (figura 3.28), compreende arenitos arcoseanos de granulação fina a média com grãos sub-arredondados a subangulosos de coloração rosada a cinza, sendo possível identificar estratificações cruzadas acanaladas de médio porte. Na Serra de Parnaguá apresenta espessura de aproximadamente 15 m e encontra-se sobreposta aos conglomerados da Formação Ipu e sotoposta aos arenitos conglomeráticos da Formação Jaicós. O contato entre estas formações se dá por discordância angular e litológica (figura 3.29).



Figura 3.28 – Detalhe de arenito arcoseano da Formação Tianguá na Serra do Olhos d'Água.



Figura 3.29 – Discordância angular observada entre os arenitos das formações Tianguá e Jaicós na Serra Parnaguá, município homônimo.

Esta formação ocorre de forma intermediária entre as formações Ipu na base e Jaicós no topo do Grupo Serra Grande da Bacia Sedimentar do Parnaguá.

### 3.10.1.3 - Formação Jaicós (Ssgj)

Compreendem arenitos arcoseanos, arenitos conglomeráticos (figura 3.30) e pacotes de conglomerado com até 5 m de espessura. Estes fácies são observados na Serra de Parnaguá. O fácies de arenito arcoseano apresenta imaturidade textural e granulométrica, seus grãos são sub-arredondados a subangulosos, com granulação média a grossa e coloração rosada. É possível identificar estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte.

O arenito conglomerático apresenta uma matriz média a grossa, com grãos de quartzo e feldspatos subangulosos a subarredondados. Os grânulos e sei-



Figura 3.30 – Detalhe de arenito conglomerático da Formação Jaicós na Serra de Parnaguá.

xos de quartzo, que formam o arcabouço desta fácies são subarredondados a subangulosos. Também é possível identificar estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte. São constituídos por arenitos finos a médios com esparsos níveis conglomeráticos, sendo em sua predominância afloramentos compostos por arenitos arcoseanos com delgadas intercalações de arenitos conglomeráticos e de leitões tabulares de argilitos e siltitos.

Encontram-se tonalidades cremes, porém a presença de minerais argilosos e feldspáticos dão um tom mais rosado a estes arenitos. Estas rochas mostram-se estruturadas por estratificações plano-paralelas e cruzadas acanaladas e retas de médio porte. Nestes afloramentos as estruturas rúpteis são melhor observadas devido ao carácter textural mais fino da rocha.

Foi proposto como mecanismo de deposição para os litotipos siliciclásticos do Grupo Serra Grande, na Folha Parnaguá, uma combinação de leques aluviais sobrepostos, depositados em épocas e regimes diferentes, levando-se em consideração variações paleogeográficas e paleoclimáticas.

### 3.10.2 - Grupo Canindé

Coube a Rodrigues (1967) e Carozzi et al. (1975) as primeiras referências a esta unidade ao agrupar as formações Pimenteira, Cabeças e Longá. Posteriormente, Caputo e Lima (1984) propuseram a inclusão da Formação Itaim neste grupo.

Góes e Feijó (1994) redefiniram como sendo constituído pelas formações Itaim, Pimenteira, Cabeças, Longá e Poti, correspondendo à sequência deposicional devoniana. Para os referidos autores, é possível que a retomada da sedimentação neste período seja consequência da carga sedimentar pré-existente, causando subsidência e expansão da bacia, e resultando novo ciclo transgressivo-regressivo.

Ainda, os mesmos autores citam que as rochas destas formações foram depositadas em ambientes, respectivamente: deltáicos e plataformais dominados por correntes induzidas por processos de marés e tempestades (Formação Itaim); nerítico de plataforma dominado por tempestades (Formação Pimenteira); nerítico plataformal sob ação de correntes induzidas por processos de marés ou por correntes oceânicas e eventual influência periglacial (Formação Cabeças); nerítico plataformal dominado por tempestades (Formação Longá); e deltáico e de planícies de marés sob influência ocasional de tempestades (Formação Poti).

A seguir serão descritas as formações Pimenteira e Cabeças, as únicas pertencentes a este grupo, cartografadas na área de estudo.

#### 3.10.2.1 - Formação Pimenteira (D23p)

A Formação Pimenteira corresponde a denominação usada pela primeira por Small (1914) para designar camadas de pelitos aflorantes nos arredores da cidade homônima, no Piauí. Constitui-se pela alternância de camadas centimétricas de arenitos muito finos de coloração amarelada alternados com siltitos arroxeados e argilitos esbranquiçados a bege. A sustentação das escarpas parece se dar, em parte, devido à lateritização dos litotipos desta unidade, os quais apresentam uma variação das características das crostas laterítica, da base para o topo, de um horizonte nodular para um horizonte colunar. Os sedimentos da Formação Pimenteira recobrem vasta área da Folha Parnaguá, sendo observada em vários afloramentos, destacando-se as do município de Riacho Frio (PI). Acompanha a configuração estrutural da Bacia do Parnaíba, apresentando uma distribuição que se estende por toda a faixa leste e sudeste, com continuidade a sudoeste e oeste. Apresenta relevo plano ondulado dissecado, de feições levemente escalonadas.

A Formação Pimenteira é representada na área em estudo por uma sequência de clásticos finos, onde a fácies pelítica é dominante. Nos arredores de Riacho Frio (PI) consiste de arenitos com níveis de folhelho e folhelhos superpostos, que formam barras de plataforma. As camadas de arenito da parte superior do afloramento, retrabalhadas por ondas, formam ciclos de *thickening up*, evidenciando progradação. As estruturas primárias associadas são estratificações cruzada *hummocky*, plano-paralela e laminação *flaser*. Esses componentes retratam ambiente nerítico de plataforma dominado por tempestades.

Sua melhor exposição aflorante está situada na região da fazenda Burerê, município de Riacho Frio (PI), em um corte com aproximadamente 15 m de altura por 200m de comprimento que apresentam fácies de



plataforma rasa e marinho profundo, sotoposto pelos arenitos da Formação Cabeças. A fácies de plataforma rasa é composta por arenito fino a médio bem selecionado de coloração arroxeada, bioturbado.

Esta bioturbação pode ser classificada como Cruziana, devido a sua forma bilobada, idade e o ambiente onde foi formada, originados pelo deslocamento de certas espécies de trilobitas sobre o fundo marinho não consolidado. Estes arenitos apresentam também estratificações cruzadas de grande porte e estratificações cruzadas *hummocky* (figuras 3.31 A e B). A fácies marinho profundo é caracterizado por pacotes de até 2 metros de argilitos e siltitos de coloração avermelhada a arroxeada. Foi possível observar neste afloramento indicações de variações do nível do mar, que colocaram fácies depositadas em ambientes mais profundos sobre depósitos mais rasos.

### 3.10.2.2 - Formação Cabeças (D23c)

Definida por Plummer (1946) a denominação deriva de uma sequência de arenitos aflorantes localizada na vila homônima, a norte de Picos-PI. A Formação Cabeças é constituída de arenitos intercalados com siltitos cinza argilosos, conglomerados e diamictitos. As estruturas primárias sedimentares mais frequentes são a estratificação cruzada acanalada, sigmoides de topo deformado e base plana e estrutura de fluidização. No Parque Nacional de Sete Cidades as sigmoides estão associadas à estratificação plano-paralela, contendo internamente estrutura *flaser*, *linsen* e *wavy*. Della Fávera (1990) e Freitas (1990) interpretam o ambiente deposicional desta formação como nerítico plataformal sob a ação predominante de correntes induzidas por processos de marés, associado à ambiente fluvial (estuarino).

A Formação Cabeças formam escarpas abruptas ou patamares sucessivos em mesetas aplainadas. Carac-

teriza-se em parte pelo aspecto ruiforme, formando disjunções poligonais superficiais. A maior espessura, de 300 m, na região de Piri-piri e Piracuruca é mencionada por Lima & Leite, (1978). O contato superior com a Formação Longá é concordante, observando-se discordâncias locais.

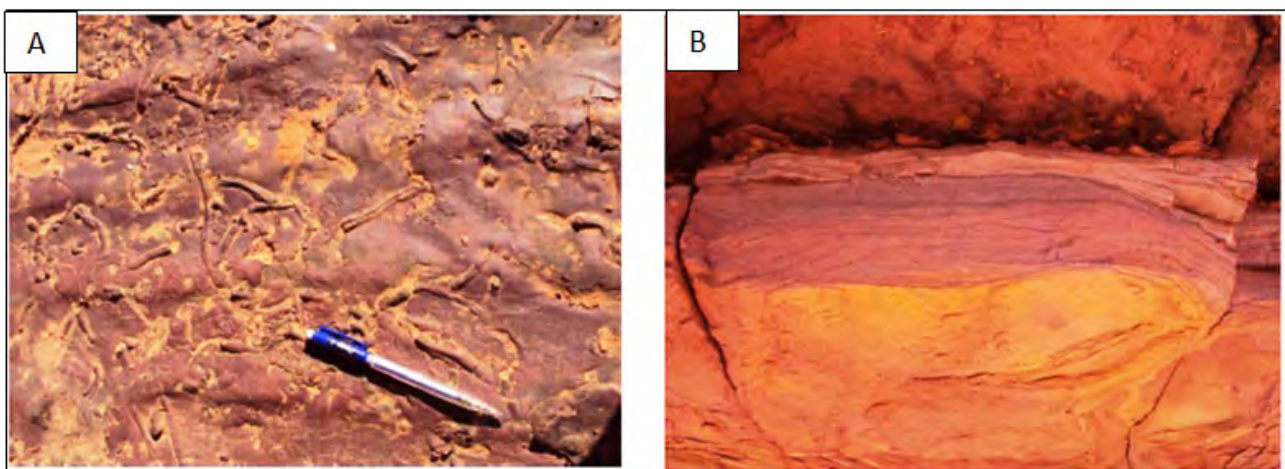
Na Folha Parnaguá observa-se em corte de estrada na Fazenda Burerê, município de Riacho Frio (PI), a transição dos arenitos marinhos da Formação Pimenteira para os arenitos da Formação Cabeças. Há um nível de conglomerado que foi interpretado como o contato com a Formação Pimenteira, onde foi feita uma tentativa de separar os tratos de sistemas deposicionais da Formação Pimenteira e também o contato com a Formação Cabeças (figura 3.32). As rochas desta formação na área são compostas pelos arenitos cinza de granulometria média a grossa, com níveis conglomeráticos, pouco alterados, com camadas de espessuras variando de 20 a 80 cm.

### 3.10.3 - Grupo Balsas

Ocorre em uma pequena área restrita no extremo noroeste da Folha Parnaguá, representado pela denominada Formação Motuca, aflorando em cortes de estrada, com rochas bastante alteradas, em alguns afloramentos não sendo possível aquisição de medidas de estruturas sedimentares.

#### 3.10.3.1 - Formação Motuca (P3m)

Definida por Plummer (1946) para designar uma sequência constituída de folhelhos de cor vermelho-tijolo, com lentes de calcário e anidrita, encontrada na fazenda Motuca, entre os municípios de São Domingos e Benedito Leite, estado do Maranhão. A Formação Motuca dispõe-se de leste para oeste na região centro-sul da bacia, margeando as escarpas



Figuras 3.31 – Icnofósseis do tipo Cruziana (A) observados em paleoambiente de plataforma rasa e arenito fino com estratificação cruzada Hummocky (B) observada na Formação Pimenteira, Folha Parnaguá.

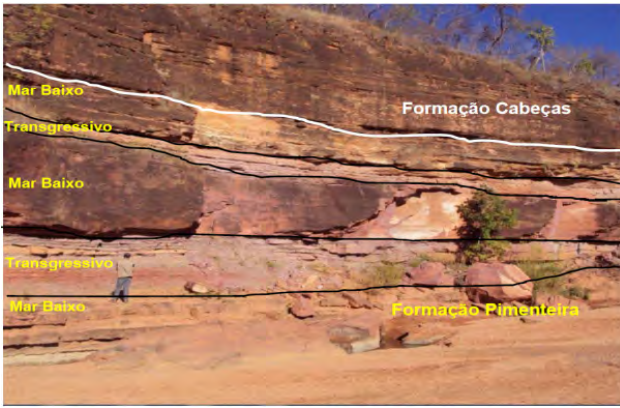


Figura 3.32 – Contato entre as formações Pimenteira e Cabeças e os possíveis limites de tratos de sistemas deposicionais (Fazenda Barurê, Riacho Frio-PI).

da Formação Sambaíba. Ocorre também a oeste das regiões de Floriano (PI) e Amarante (PI), englobando Monsenhor Gil (PI) e a região de Caxias (MA), na borda leste da bacia. Apresenta-se formando platôs e superfícies planas, sem marcantes quebras topográficas. O contato superior com a Formação Sambaíba é concordante, podendo ser brusco devido a variações faciológicas locais. A espessura mencionada por Lima e Leite (1978) é de 110 m.

Na área de estudo esta formação aflora apenas na Folha Parnaguá, onde é constituída na base e no topo por arenitos finos a médios com estratificação cruzada e, intercalada na porção intermediária com pelitos avermelhados de geometria plano-paralela e calcários argilosos, com nódulos de gipsita fibrosa (figuras 3.33 A e B).

A noroeste da Folha Parnaguá formam ciclos de folhelhos vermelhos superpostos que terminam por siltitos cinza, com níveis de sílex contorcidos e evidência de exposição subaérea no topo, formando seqüências granodécrescentes. Destacam-se nos pelitos próximos

a localidade Riachinho, município de Corrente (PI), níveis de estromatólitos dômicos superpostos por arenitos. O ambiente deposicional é interpretado como sendo desértico, com contribuição lacustre, tendo havido algumas incursões marinhas na parte intermediária. Na época da deposição o clima deve ter sido árido e fortemente oxidante, produzindo sedimentos vermelhos, ferruginosos e evaporitos.

As ocorrências de calcário dessa formação concentram-se na faixa noroeste de Riacho Frio (PI), com finas lentes de gipsita, intercalado com siltitos argilosos.

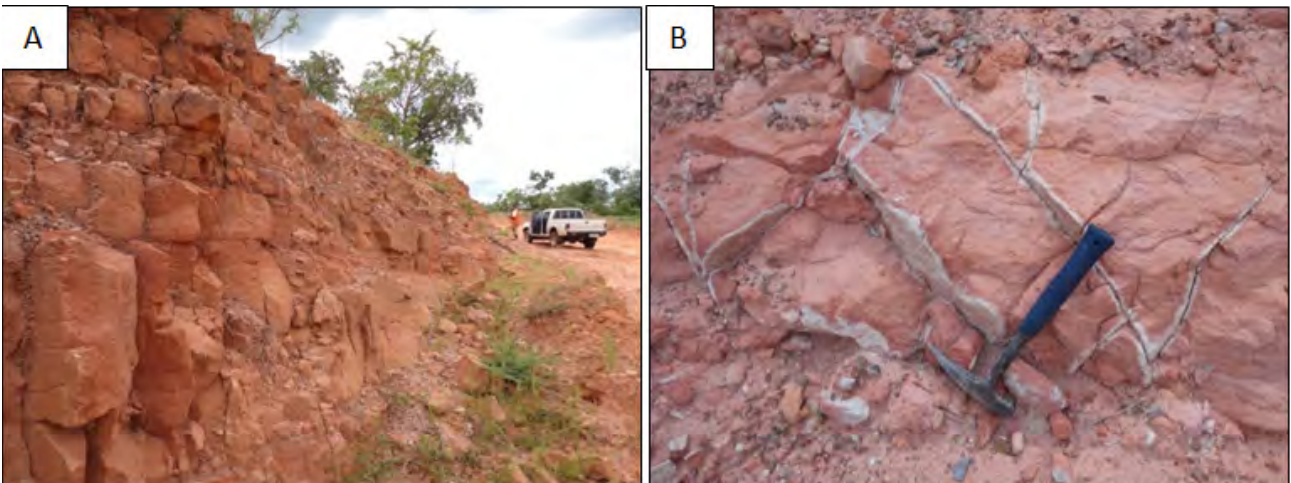
### 3.11 - COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS (N1dI)

Encontram-se representadas por sedimentos detríticos e lateríticos (figura 3.34) do Cenozoico, ocorrendo com enorme expressão por toda a área do projeto e recobrando as demais litologias da área em estudo, tanto em porções mais arrasadas como nos topos das serras.

Constituída essencialmente por sedimentos argilo-arenosos e argilo-siltosos, parcialmente laterizados, às vezes exibe cangas lateríticas ferruginosas escuras a marrom-avermelhadas. Tais coberturas estão associada aos eventos intempéricos e enriquecimentos supergênicos impostos as rochas subjacentes.

### 3.12 - DEPÓSITOS ALUVIONARES (N2a).

Os depósitos aluvionares (Figura 3.35) da área estão representados por sedimentos inconsolidados constituídos por seixos, areias finas e grossas, material silto-argilosos e restos de matéria orgânica que ocorrem principalmente, preenchendo as calhas e planícies de inundações das principais drenagens da área. Foram cartografados nas três folhas do projeto (Mansidão, Rio Paraim e Parnaguá).



Figuras 3.33 – Afloramento (A) e detalhe (B) da Formação Motuca, bastante intemperizado, fraturado, mostrando fraturas com finas camadas e nódulos de gipsita, município de Riacho Frio (PI).





*Figura 3.34 – Vista de cobertura detrítica na Folha Mansidão, município de Santa Rita de Cássia (BA).*



*Figura 3.35 – Depósito aluvionar nas margens do Rio Preto formando uma planície de inundação, município de Santa Rita de Cássia (BA).*

## 4 – GEOFÍSICA

### 4.1 - INTRODUÇÃO

Este texto descreve as principais correlações geológicas dos dados aerogeofísicos das folhas Mansidão, Parnaguá e Rio Paraim, localizadas a Sul e Noroeste dos estados do Piauí e Bahia (figura 4.1), respectivamente, inseridos no Projeto Aerogeofísico Cristalândia

do Piauí (figura 4.2). Para isso foram utilizadas várias imagens obtidas por processamento dos dados do Projeto Aerogeofísico Cristalândia do Piauí (cprm, 2009): i) campo magnético total; ii) campo magnético total reduzido ao pólo; iii) primeira derivada vertical do campo magnético total; iv) componente residual

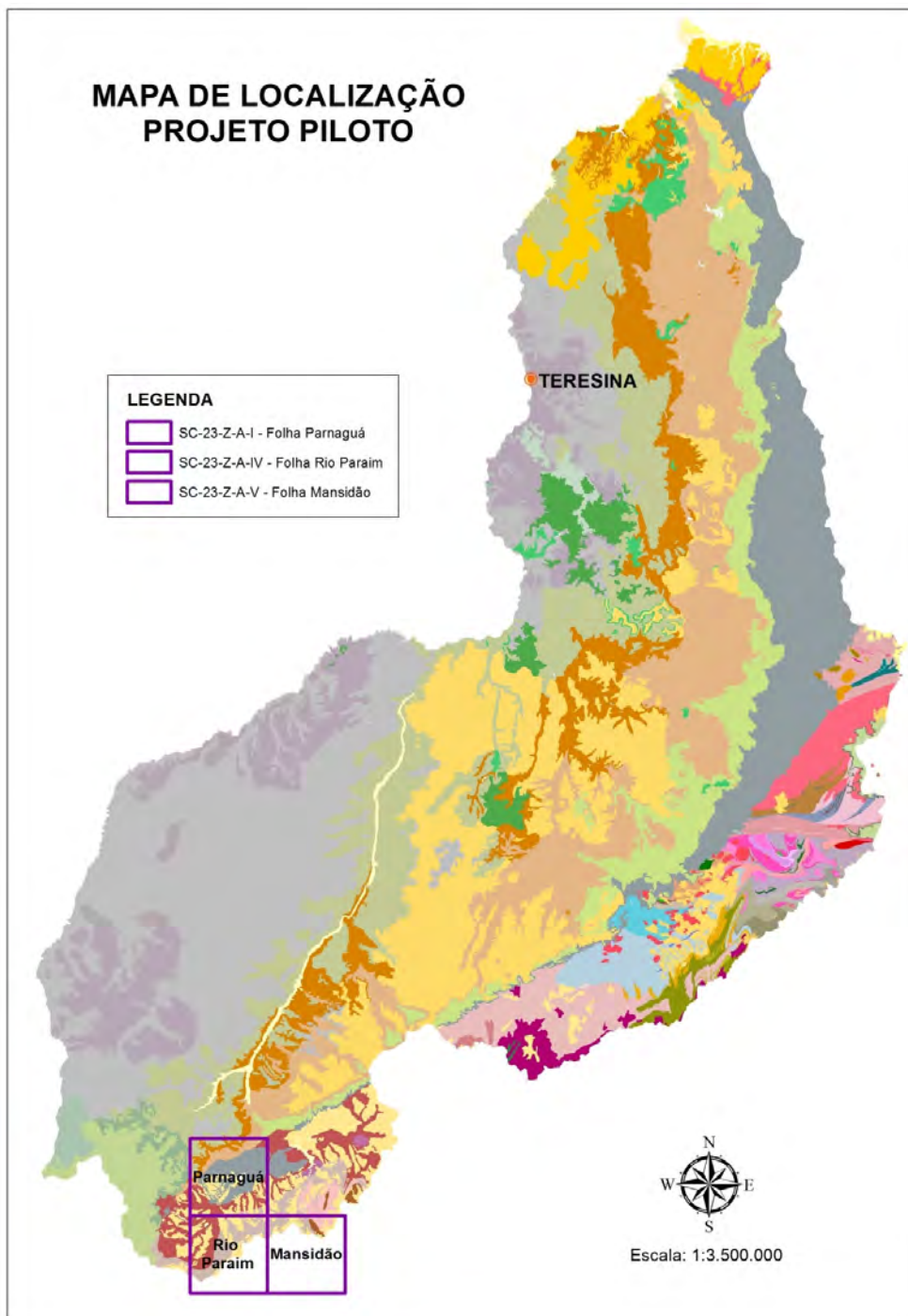


Figura 4.1 – Localização das folhas do Projeto Piloto do Piauí.

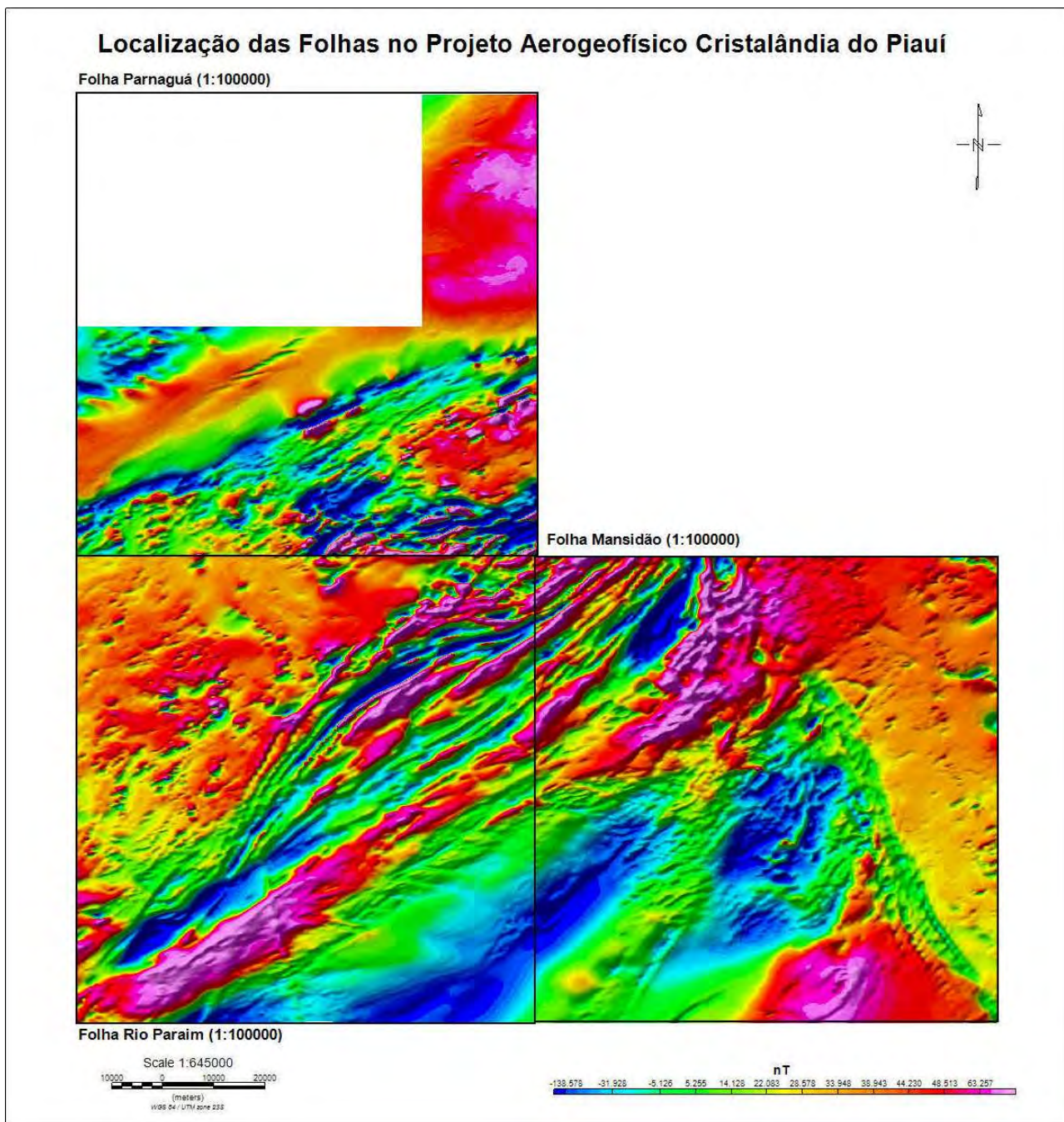


Figura 4.2 – Localização das folhas inseridas no Projeto Aerogeofísico Cristalândia do Piauí (CPRM, 2009).

do campo magnético total reduzido ao pólo; v) campo magnético total continuado para cima; vi) canal do potássio; vii) canal do equivalente tório, e viii) canal do equivalente urânio. Além disso, foram feitas checagem de campo utilizando o susceptímetro Kappameter KT-9 para verificar suscetibilidade magnética das principais anomalias e o gamaespectrômetro RS-125 para realizar medições dos radioelementos nos principais tipos de rochas do Projeto, totalizando em 50 (cinquenta) pontos verificados (figuras 4.3 e 4.4).

Os resultados finais de interpretação e integração com os dados geológicos são apresentados superpostos nas imagens do campo magnético total (figura 4.3), da fusão radiométrica ternária dos canais de

potássio, equivalente tório ( $eTh$ ) e equivalente urânio ( $eU$ ) (figura 4.4) e da primeira derivada vertical do campo magnético total (figura 4.14).

#### 4.2 - DADOS AEROGEOFÍSICOS

O Projeto Aerogeofísico Cristalândia do Piauí (CPRM, 2009) levantou perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta densidade, com linhas de vôo e controle espaçado de 500 m e 5.000 m, orientadas nas direções N-S e E-W, respectivamente. A altura de vôo foi fixada em 100 metros sobre o terreno. Foram empregadas aeronaves equipadas com magnetômetro e gamaespectrômetro, posicio-



nadas pelo sistema de observação de satélite GPS, com precisão de 1 m. O magnetômetro com sensor de vapor de céσιο foi montado na cauda da aeronave (tipo *stinger*). As medidas foram realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, dependendo da velocidade média da aeronave, a uma medida a cada 7,7 metros. O gamaespectrômetro com detectores de cristais de iodeto de sódio (NaI) permitiu a análise individual e precisa dos fopícticos de potássio, urânio e tório. As medidas foram efetuadas a cada 1,0 segundo, representando medições a intervalos de amostragem média de aproximadamente 77,0 metros.

#### 4.3 - INTERPRETAÇÃO DOS DOMÍNIOS MAGNÉTICOS

Como resultado da interpretação e correlação dos dados foi separado três domínios magnéticos (**Domínio A**, subdividido em três subdomínios, (A1, A2 e A3), **Domínio B** e **Domínio C**) nas figuras 4.3 e 4.4.

Nos dados magnetométricos foram considerados as diferenças entre os padrões de amplitudes, comprimentos de onda e direção dos alinhamentos magnéticos (figura 4.3). O padrão magnetométrico é caracterizado por domínios que apresentam alongamentos nas

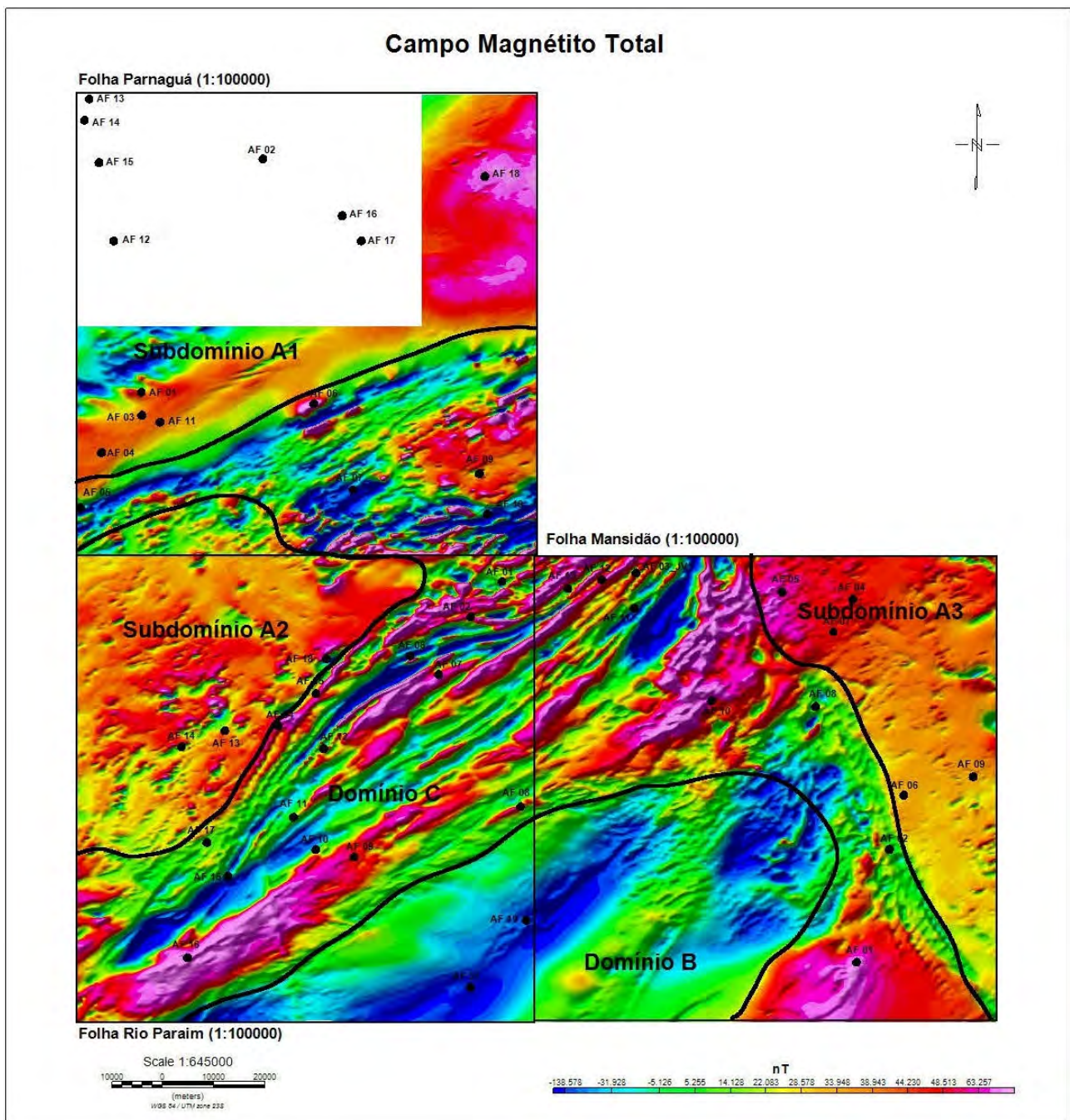


Figura 4.3 - Imagem do campo magnético total interpolado pelo método da mínima curvatura, em uma malha quadrada de 125 m, com sobreposição da interpretação dos domínios magnéticos. Imagem sombreada: Inclinação = 35°Az, declinação = 315°Az.

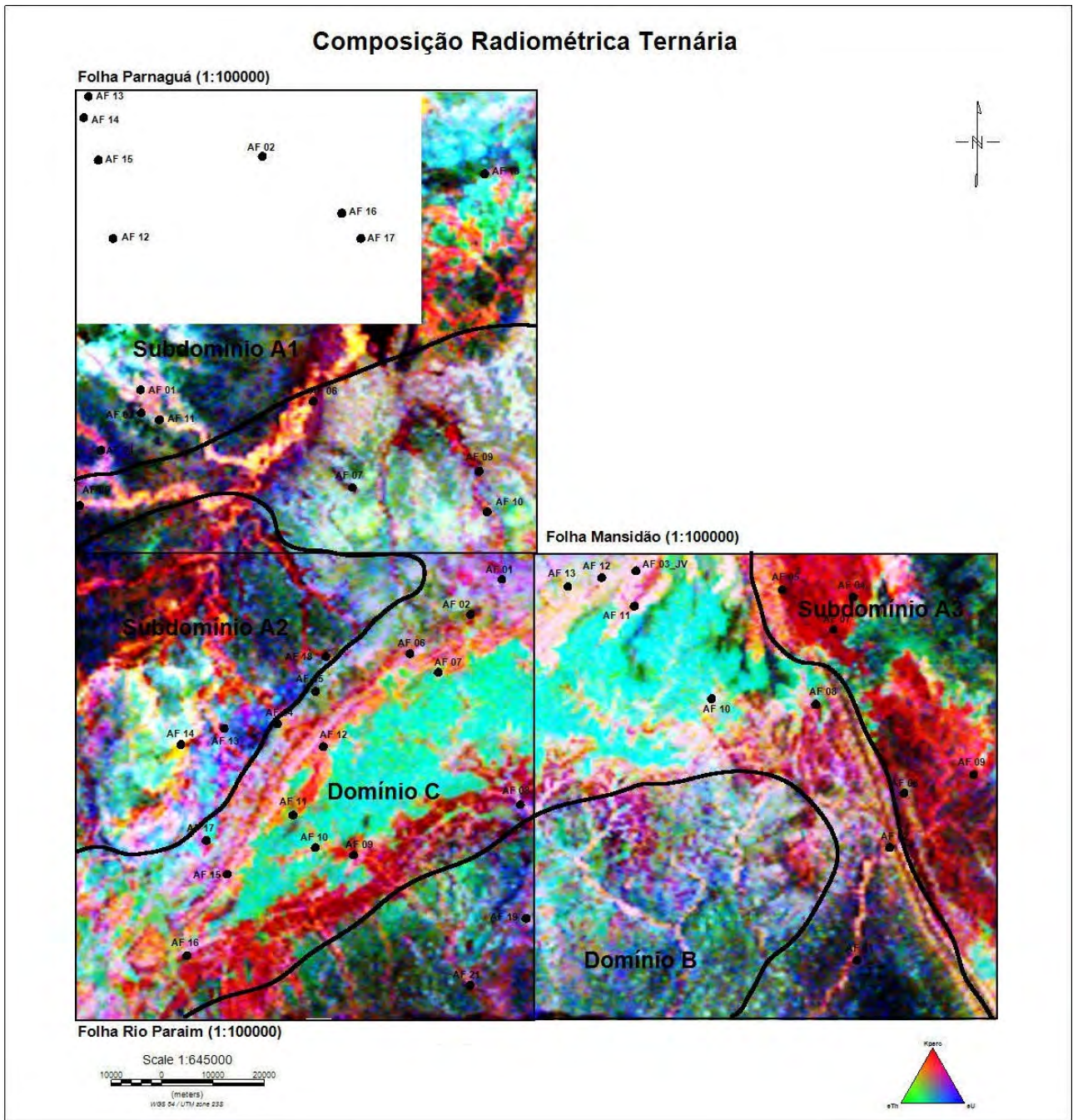


Figura 4.4 - Imagem da composição RGB radiométrica ternária K-eTh-eU (RGB), com sobreposição da interpretação dos domínios magnéticos e dos limites das unidades geológicas.

direções NE-SW e E-W, que sugerem compartimentagens tectônicas com variações geológicas/estruturais nessas duas direções. Na fusão ternária dos dados radiométricos foram considerados os padrões de distribuição dos três radioelementos, potássio (K), equivalente tório (eTh) e equivalente urânio (eU) (figura 4.4).

#### 4.3.1 - Domínio A

Subdivido em três subdomínios (subdomínios A1, A2 e A3), o Domínio A está presente nas três folhas (figuras 4.3 e 4.4) apresenta padrão magnetométrico

de médio a suave, amplitudes máximas de 200 nT e comprimento de ondas máximos de 2 km, cujas grande parte das fontes magnéticas estão encobertas pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba e das coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (N1dI).

##### 4.3.1.1 - Subdomínio A1

Inserido na Folha Parnaguá, este subdomínio apresenta padrão magnetométrico muito suave (figura 4.3), com atenuação das amplitudes anômalas correlacionadas pelos arenitos e conglomerados das formações Ipu (SSgi) e Jaicós (Ssgj) da Bacia do Parnaíba.



Na imagem radiométrica ternária (figura 4.4) destacam-se três diferentes padrões: i) tons esverdeados levemente enriquecidos em Th ( $eTh < 23,0$  ppm) associados aos arenitos da Formação Jaicós (Ssgj); ii) tons avermelhados nas bordas das drenagens apresentando baixo teores dos três radioelementos K ( $< 1,0\%$ ), Th ( $eTh < 5,0$  ppm) e U ( $eU < 1,0$  ppm), correlacionados possivelmente a alterações dos paragneisses do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2cpg), parcialmente encobertos pelos arenitos da Formação Ipu (SSgi); iii) um padrão pintalgado de preto e azul possivelmente associados a solos laterizados das coberturas detrito-lateríticas (N1dl).

O afloramento **AF 01** da Folha Parnaçuá, presente neste *subdomínio*, refere-se a um poço de profundidade aproximada de 12 m, onde em sua perfuração, foram encontrados amostras de malaquita e azurita. No extremo noroeste deste subdomínio, onde não há dados aerogeofísicos, localiza-se o afloramento **AF 02** que corresponde a rocha de granulação média a fina de coloração cinza a esverdeada contendo presença de carbonato de cobre (figura 4.5), onde os teores radiométricos verificados em campo são K ( $< 2,5\%$ ), Th ( $eTh < 15,0$  ppm) e U ( $eU < 4,0$  ppm) e CT= 200 cps. O afloramento **AF 03**, localizado a oeste do subdomínio, é uma escavação de arenito (figura 4.6) de dimensões (4m x 3m), segundo o proprietário, feita para pesquisar fosfato cujos teores radiométricos medidos *in loco* são K ( $< 3,1\%$ ), Th ( $eTh < 23,0$  ppm) e U ( $eU < 4,5$  ppm) e CT= 280 cps. Ainda próximo ao **AF 03**, observa-se o afloramento **AF 11** correspondendo a uma crosta alterada provavelmente dos arenitos do Grupo Serra Grande onde se verifica presença de azurita (figura 4.7).

#### 4.3.1.2 - Subdomínio A2

Localizado em sua maior parte na Folha Rio Paraim, apenas uma pequena porção deste *subdomínio*



Figura 4.5: Carbonato de cobre (AF 02), Araçá, Corrente (PI).



Figura 4.6: Escavação de arenito (AF 03), Porta do Araçá, Corrente (PI).



Figura 4.7: Crosta alterada com presença de azurita (AF 11), Riacho do Araçá, Corrente (PI).

está inserida na Folha Parnaçuá. Apresenta padrão magnetométrico médio (figura 4.3) com algumas anomalias isoladas de amplitudes máximas de 400 nT e comprimentos de onda de até 1,0 km, associadas provavelmente aos ortogneisses miloníticos e migmatitos do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2com).

Na imagem radiométrica ternária (figura 4.4) destacam-se diferentes padrões para o *subdomínio*: i) tons esverdeados a esbranquiçados enriquecidos em Th ( $eTh < 30,0$  ppm) associados aos ortogneisses do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2cpg); ii) tons pintalgados de preto, azul e vermelho indicando lateritização de solos associadas aos ortogneisses e paragneisses do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2com) e (PP2cpg).

Verifica-se em campo que o afloramento **AF 13** (figura 4.8) corresponde a provável dique anfibolítico associado às biotita-ortogneisses do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2com), cujos teores radiométricos coletados são K ( $< 3,0\%$ ), Th ( $eTh < 12,0$  ppm) e U ( $eU$



< 4,5 ppm) e CT= 200 cps. Ainda neste *subdomínio*, o afloramento **AF 14** (figura 4.9), observado em campo está associado a minério de ferro de alta suscetibilidade magnética ( $S \sim 130$  SI), medido *in loco*.



Figura 4.8: Dique anfibolítico (AF 13), Capim Grosso, Sebastião Barros (PI).



Figura 4.9: Minério de ferro (AF 14), Ingazeira, Sebastião Barros (PI).

#### 4.3.1.3 - Subdomínio A3

Este *subdomínio*, inserido completamente na Folha Mansidão, apresenta padrão magnetométrico suave, com atenuação das amplitudes anômalas associadas provavelmente aos metatonalitos a metamonzogranitos do Corpo Granitoide Mansidão (PP2 $\gamma$ -np1) e aos metatonalitos associados às rochas metamáfica-metaultramáficas do Complexo Júlio Borges (PP2ju), apresentando apenas algumas anomalias de amplitudes máxima de 100 nT e comprimento de onda 2 km, cujas fontes magnéticas estão encobertas pelas coberturas detrito-lateríticas (N1dl).

Na imagem radiométrica ternária (figura 4.4) destacam-se dois diferentes padrões para o *subdomínio*:

i) tons avermelhados empobrecidos nos três radioelementos K (<1,0%), Th ( $eTh < 4,0$  ppm) e U ( $eU < 1,0$  ppm), correlacionados aos metatonalitos do Corpo Granitoide Mansidão (PP2 $\gamma$ np1) e do Complexo Júlio Borges (PP2ju); ii) tons pintalgados de preto, azul e verde indicando possivelmente, lateritização de solos.

#### 4.3.2 - Domínio B

Inserido entre as folhas Rio Paraim e Mansidão, o Domínio B apresenta padrão magnetométrico suave, com amplitudes máximas de 170 nT e comprimento de ondas de até 10 km. Grande parte das fontes das anomalias está encobertas pelos sedimentos da Província do São Francisco.

Na imagem radiométrica ternária (figura 4.4) destacam-se diferentes padrões para o domínio: i) tons esverdeados correlacionados a coberturas detrito-lateríticas (N1dl) levemente enriquecidos em Th ( $eTh < 20,0$  ppm); ii) tons pintalgados de azul e vermelho indicando possível lateritização de solos.

#### 4.3.3 - Domínio C

Presente nas três folhas do Projeto, o Domínio C apresenta o padrão magnetométrico muito movimentado, podendo ser classificado como o mais elevado do Projeto. Na região sudeste da Folha Parnaguá, este domínio apresenta anomalias com amplitudes máximas de 150 nT e comprimentos de onda de até 2,6 km, cujas algumas fontes magnéticas associadas aos ortognaisses com intercalações ferríferas do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2cpg) e outras estão encobertas pelos arenitos da Formação Ipu (SSgi). O centro do domínio, localizado na Folha Rio Paraim, é representado por anomalias com amplitudes máximas de 500 nT e comprimentos de ondas de até 5,5 km, onde algumas dessas fontes magnéticas estão encobertas pelos quartzitos do Grupo Rio Preto (M3N1rp2q) e outras pelas coberturas detrito-lateríticas (N1dl). Ainda neste domínio, na porção noroeste da Folha Mansidão, outras anomalias podem ser visualizadas com amplitudes máximas de 400 nT e muito extensas, com comprimentos de ondas de até 7 km associadas aos xistos e filitos grafitosos do Grupo Rio Preto (M3N1rp3).

Na imagem radiométrica ternária (figura 4.4) destacam-se três diferentes padrões: i) tons esverdeados a esbranquiçados enriquecidos em Th ( $eTh < 30,0$  ppm) correlacionadas com as coberturas detrito-lateríticas (N1dl); ii) tons avermelhados empobrecidos nos três radioelementos K (<1,0%), Th ( $eTh < 3,0$  ppm) e U ( $eU < 1,0$  ppm), associados aos quartzitos do Grupo Rio Preto (M3N1rp2q); iii) um padrão pintalgado de preto e azul possivelmente associados a solos laterizados das coberturas detrito-lateríticas (N1dl).



O afloramento **AF 09** (figura 4.10) localizado a sudeste da Folha Parnaguá, corresponde a blocos de minério de ferro de alta suscetibilidade magnética ( $S \sim 140$  SI) e está associado as biotita paragnaisses com intercalações ferríferas do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2cog). No centro deste domínio, no canto nordeste da Folha Rio Paraim pode-se visualizar o afloramento **AF 06** (figura 4.11) que corresponde em campo, a uma pequena cava de laterita enriquecida em urânio U ( $eU < 9,0$  ppm) contendo manganês. Ainda no centro da Folha Rio Paraim, o afloramento **AF 09** (figura 4.12) é caracterizado por um xisto quartzoso apresentando teores elevados nos radioelementos (medidos *in loco*), K ( $< 3,5\%$ ), Th ( $eTh < 21,0$  ppm) e U ( $eU < 8,0$  ppm).

Neste mesmo domínio, no extremo noroeste da Folha Mansidão observa-se o um extenso afloramento ( $\sim 70m \times 20m$ ) **AF 03** (figura 4.13) de rocha xisto-quartzosa, sendo esse xisto bastante grafitoso. Os teores radiométricos revelam uma rocha levemente enriquecida em K ( $< 3,1\%$ ) e Th ( $eTh < 21,0$  ppm).



Figura 4.10: Blocos de Ferro (AF 09), Veneza, Corrente (PI).



Figura 4.11: Laterita rica em urânio (AF 06), Fresco, Parnaguá (PI).



Figura 4.12: Xisto quartzoso (AF 09), Maracujá, Santa Rita de Cássia (BA).



Figura 4.13: Xisto grafitoso (AF 03), Vereda do Marco, Parnaguá (PI).

#### 4.4 - INTERPRETAÇÃO TECTÔNICA DOS ALINHAMENTOS MAGNÉTICOS

Anomalias magnéticas estreitas e alongadas são comumente interpretadas segundo três tipos principais de correlação geológica: i) estruturas tectônicas do tipo falha ou zona de cisalhamento; ii) contato entre duas unidades geológicas; e, iii) intrusões de corpos magnéticos do tipo dique. Para poder enfatizar as fontes mais rasas, a interpretação dos alinhamentos foi efetuada com emprego da imagem da primeira derivada vertical do campo magnético total, como pode ser observado na figura 4.14.

Nas folhas do projeto ocorrem inúmeros alinhamentos magnéticos, destacando-se entre formas alongadas e retilíneas, e semi-sigmoidais (figura 4.14), cuja correlação geológica mais adequada é com zonas de deformações dúcteis e dúctil-rúpteis. Os dados magnetométricos assumem maior importância para análise e interpretação tectônica desta área, devido parte das folhas serem cobertas por sedimentos (não magnéticos).



Na análise dos alinhamentos magnéticos, a região central da área do projeto destaca-se por apresentar um *trend* estrutural de alinhamentos alongados e retilíneos de direção NE-SW bem marcante nas três folhas do projeto. Tais alinhamentos provavelmente estão associados com zonas de deformações dúcteis e dúctil-rúpteis de idade fanerozoica, pois truncam as estruturas pré-cambrianas dominantes na área do projeto. O aspecto dessas assinaturas magnéticas permitem interpretar que inicialmente houve uma deformação dúctil das rochas pré-cambrianas do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2com), as quais posteriormente podem ter sido truncadas por rochas do Grupo Rio Preto (M3N1rp3), gerando essas formas retilíneas e algumas sigmoidais e semicirculares, estas últimas mais marcantes na Folha Mansidão (figura 4.14).

Na porção central da Folha Mansidão há predominância de alinhamentos magnéticos retilíneos de direção SW-NE (figura 4.14). O aspecto desses alinhamentos permite interpretar que os mesmos estão correlacionados a deformações rúpteis e dúctil-rúpteis associados às zonas de cisalhamento.

Outros alinhamentos magnéticos retilíneos de direção NE-SW podem ser visualizados a sul da Folha Parnaguá (figura 4.14). Esses alinhamentos provavelmente estão associados às zonas de deformações rúpteis e dúctil-rúpteis das rochas do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2cpg).

#### 4.5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

As análises baseadas em imagens aerogeofísicas da região, descrita neste capítulo, permite concluir:

#### Primeira Derivada Vertical do Campo Magnético Total

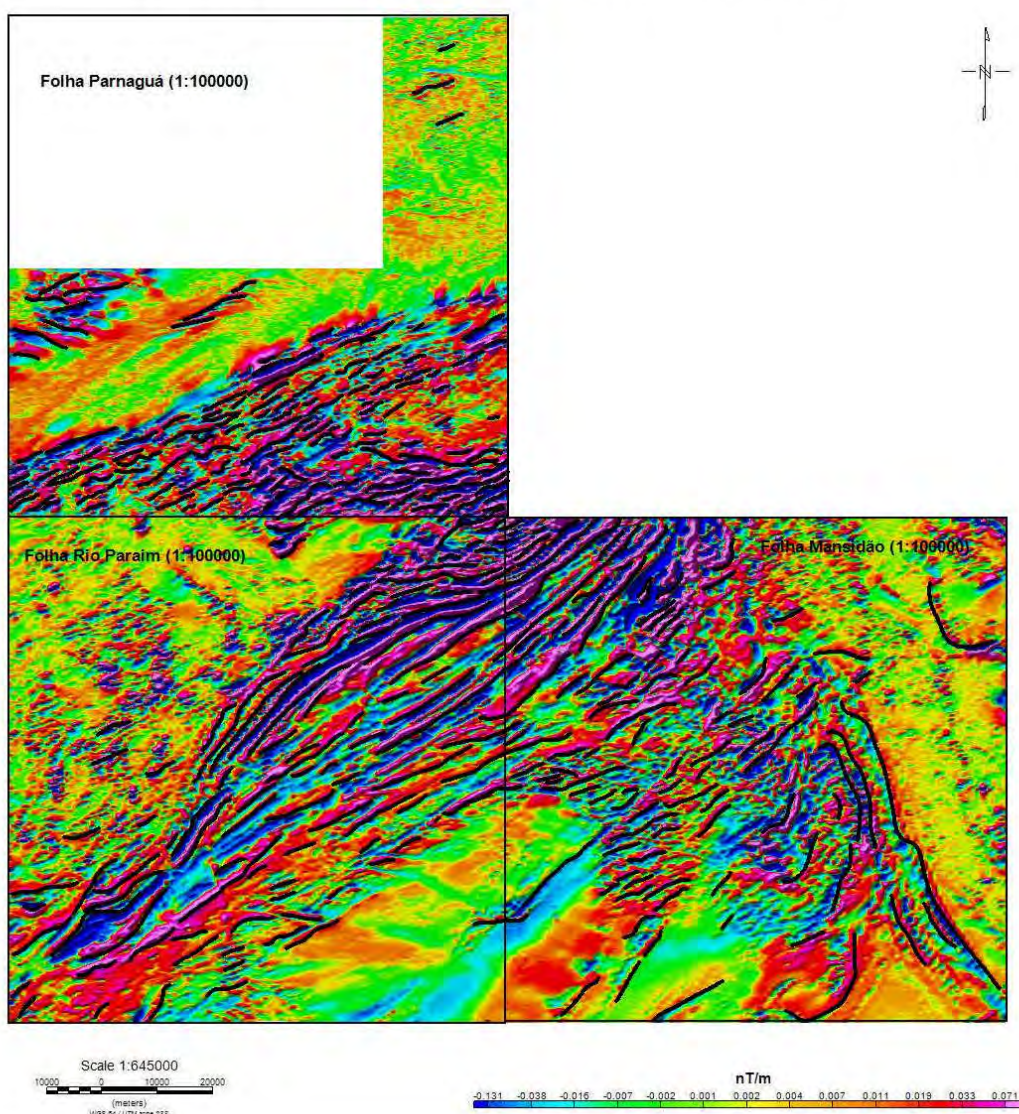


Figura 4.14 - Imagem do campo magnético total com derivada vertical (1ª ordem) e com sobreposição da interpretação dos alinhamentos magnéticos.



- i) Considerando que parte das folhas do projeto está encoberta por sedimentos não magnéticos, os dados magnetométricos assumem maior importância para interpretação tectônica da área;
- ii) as três folhas do projeto (Parnaguá, Rio Paraim e Mansidão) apresenta padrão magnetométrico muito movimentado, dividindo-se em três domínios magnéticos (domínios A, B e C, sendo o primeiro subdividido em três subdomínios (A1, A2 e A3));
- iii) Na Folha Parnaguá os arenitos da Formação Jaicós (Ssgj) são levemente enriquecidos em Th ( $eTh < 23,0$  ppm);
- iv) na Folha Rio Paraim os ortognaisses do Complexo Cristalândia do Piauí (PP2cpg) são enriquecidos em Th ( $eTh < 30,0$  ppm);

v) na Folha Mansidão visualiza-se anomalias de amplitudes máximas de 400 nT e muito extensas, com comprimentos de ondas de até 7 km associadas aos xistos e filitos grafitosos do Grupo Rio Preto (M3N1rp);

vi) as folhas do projeto apresentam um *trend* estrutural de alinhamentos alongados e retilíneos de direção NE-SW associados a zonas de deformações dúcteis e dúctil-rúpteis;

Sugerimos verificar melhor a área da Folha Parnaguá, ausente em dados aerogeofísicos, analisando a possibilidade de realizar geofísica terrestre em algum possível alvo detectado pelo geólogo de campo e geofísico e fazer análise minuciosa das anomalias isoladas presentes nas folhas do projeto (figura 4.15), já que foram encontrados em campo afloramentos contendo minérios de ferro, manganês e grafita.

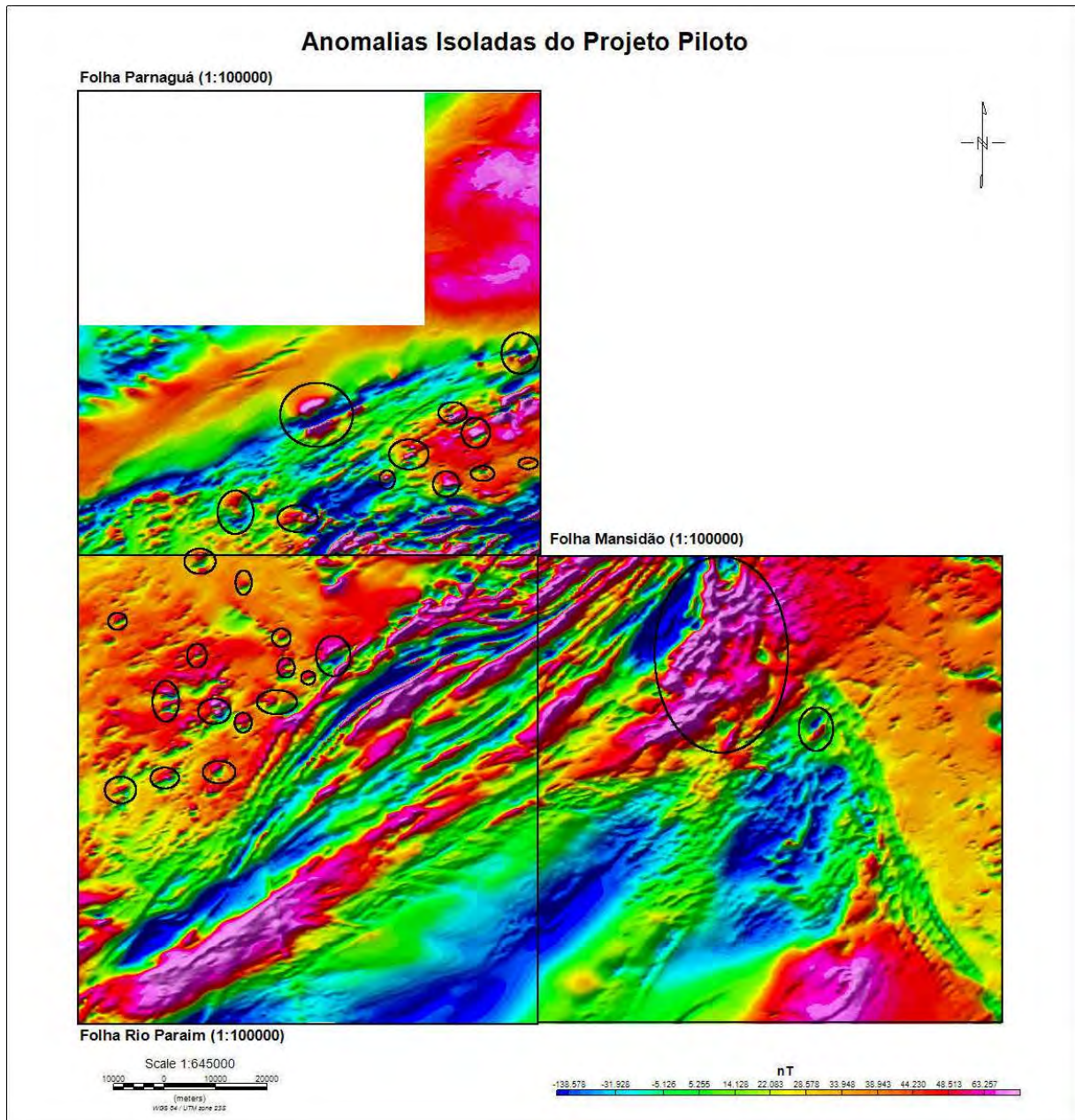


Figura 4.15 – Sugestões de anomalias isoladas a serem verificadas na próxima etapa do projeto.



## 5 – GEOLOGIA ESTRUTURAL

A área do projeto está localizada na borda do limite noroeste do Cráton do São Francisco, uma região de grande complexidade tectônica, sob influência da Faixa de Dobramentos Rio Preto. Seu arcabouço tectônico está representado por dobramentos, cavalgamentos e transcorrências, afetando tanto as litofácies do embasamento, complexos Cristalândia do Piauí e Júlio Borges, quanto às supracrustais dos grupos Rio Preto, Santo Onofre e Bambuí, bem como, o Corpo Granitoide Mansidão e o Granito Volta Grande; além das rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba e metassedimentares da Bacia do Araçá.

As relações tectono-estratigráficas das faixas dobradas que margeiam o Cráton do São Francisco tem sido alvo de estudos e de mapeamentos, sendo que a Faixa Rio Preto, onde partes destas folhas estão situadas, é a menos conhecida de todas, principalmente devido à existência de grandes extensões de coberturas sedimentares fanerozoicas, além da dificuldade de acesso. Porém, até o momento, pode-se destacar sua clara relação com o Ciclo Orogenético Brasileiro, evidenciada pelos padrões tectono-metamórficos análogos às faixas Brasília e Riacho do Pontal (Fuck et al., 1992).

Silva (1987) reconheceu quatro fases de deformações nas rochas do embasamento gnáissico considerando apenas eventos pós bandamento. Estes eventos, por estarem impressos na sequência do Grupo Rio Preto, comprovaria a atuação enérgica dos eventos tectônicos relacionados ao Ciclo Brasileiro.

Na Folha Rio Paraim e porção noroeste da Folha Mansidão são bem perceptíveis uma tectônica compressional com vergência predominantemente para NNW, tanto nas rochas do embasamento quanto nos metassedimentos do Grupo Rio Preto. No embasamento na Folha Rio Paraim a foliação  $S_n$  tende a assumir uma direção aproximadamente NE com mergulhos aproximados de 40° graus para SE. Sobrepostas a essa foliação ocorrem dobramentos abertos de direção semelhante. Já nos xistos do Grupo Rio Preto da área do projeto é perceptível duas foliações: a primeira denominada  $S_n$  de direção predominante NE com mergulhos de baixo ângulo (máximo 20 graus) para SE e uma segunda foliação denominada  $S_{n+1}$  de direção NE com ângulo pouco mais elevado (em torno de 60 graus) com vergência para SE. Eventuais estruturas presentes nas rochas desviam localmente a foliação, porém é perceptível o predomínio da tectônica de empurrão em regime dútil-rúptil no sentido SE-NW.

A Folha Parnaíba apresenta uma gama de estruturas relacionadas a terrenos de alto grau metamórfico, como por exemplo, os gnaisses do Complexo Cristalândia do Piauí e os metassedimentos xistosos e quartzíticos do Grupo Rio Preto, presentes em zonas de cisalhamentos de direção NE/SW e de empurrão bem marcados nos quartzitos, com tectônica compressiva de pacotes rochosos com dobras em padrão Z, empurrados sobre o embasamento paleoproterozoico; e sistema de falhas normais e fraturas associadas ao desenvolvimento da Bacia do Parnaíba, além da evolução desse embasamento em regime dútil-rúptil.

A porção mapeada é correspondente a partes das províncias São Francisco e Parnaíba e apresenta marcante tendência de estruturas com direção NE-SW; mergulhos comumente elevados e caimentos de baixo ângulo.

Ainda na mesma folha afloram rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, com seus sistemas de falhas normais, além dos metassedimentos da Bacia do Araçá, esta apresentando uma tectônica transmissiva, interpretada como uma bacia *pull apart*. Inversões de mergulho nos planos de foliações foram encontradas tanto nos gnaisses do embasamento quanto nos metassedimentos do Grupo Rio Preto; e podem ser observadas principalmente nas proximidades das zonas de cisalhamento que cortam a área segundo a faixa NE-SW e também ao longo do limite extremo a sudeste da referida folha. As rochas do Grupo Rio Preto mapeadas na citada folha são as litologias que apresentam marcadores estruturais mais evidentes em escala regional, apresentando alinhamentos estruturais bem marcados nas imagens de sensores remotos.

Devido à tectônica de baixo ângulo e a proximidade de zona de contato, é comum encontrar afloramentos de xistos e quartzitos do Grupo Rio Preto sobre as rochas do embasamento. Estes afloramentos assumem forma de morros arredondados e são restos do processo erosional atuante em toda a área.

Para melhor compreensão da área mapeada, a mesma foi compartimentada, em sete domínios com características comuns relacionadas a aspectos tectônicos e litológicos, conforme figura 5.1. Esta compartimentação está representada pelos domínios: Bacia do Parnaíba, Granito Alcalino, Grupo Rio Preto, Domo Gnáissico, Cristalândia do Piauí, Grupo Santo Onofre, Grupo Bambuí.



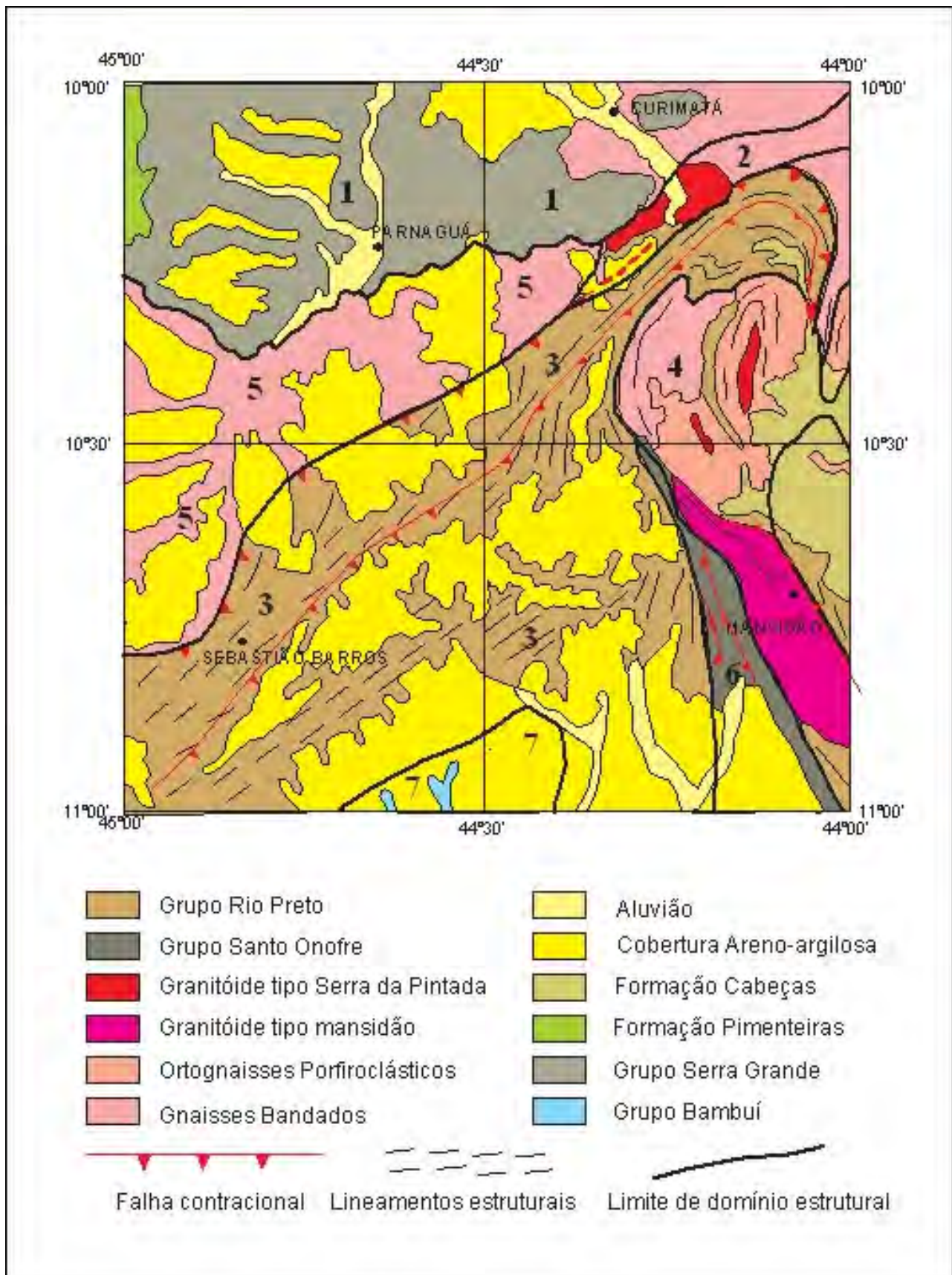


Figura 5.1 – Mapa dos domínios tectono-estruturais da folhas Parnaíba, Curimatá, Rio Paraim e Mansidão: 1 – Domínio da Bacia do Parnaíba, 2 – Domínio Granítico Alcalino, 3 – Domínio do Grupo Rio Preto, 4 – Domínio de Domos Gnaissicos, 5 – Domínio Cristalândia do Piauí, 6 – Domínio do Grupo Onofre, 7 – Domínio do Grupo Bambuí.

## 5.1 - COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA REGIONAL

### 5.1.1 - Domínio Bacia do Parnaíba

Afloram sedimentos pelíticos, areníticos e conglomeráticos do Grupo Serra Grande, arenitos finos e folhelhos da Formação Pimenteira, arenitos conglomeráticos da Formação Cabeças, além dos metassedimentos da Bacia do Araçá. Neste domínio as principais feições estruturais são as de natureza frágil e correspondem principalmente a juntas e falhas em escalas mesoscópicas, falhas transcorrentes e normais de implantação das referidas bacias.

### 5.1.2 - Domínio Granito Alcalino

As rochas desta unidade na área do projeto encontram-se somente em duas pequenas faixas no quadrante nordeste da Folha Mansidão. Seu corpo situa-se quase que em sua totalidade na folha subjacente (Curimatá), que segundo Aquino (2014) trata-se de um domínio constituído por extensos domos ovalados composto por corpos graníticos cálcio-alcalinos, afetados estruturalmente pela tectônica durante a sua formação e instalação deixando-os com estruturas de dobramentos e estiramentos.

### 5.1.3 - Domínio Grupo Rio Preto

Segundo Uhlein *et al.* (2011) a Faixa Rio Preto apresenta-se como uma grande estrutura em leque assimétrico divergente com os domínios sul e norte com vergência para o Cráton do São Francisco, cuja estruturação foi desenvolvida durante a Orogênese Brasileira.

Na área do projeto as rochas do Grupo Rio Preto são paleo/neoproterozoicas e seus principais litotipos são representados predominantemente por rochas xistosas/filíticas e subordinadamente por quartzíticas com predominância de estruturas dúcteis, como foliações, lineações e dobras.

São observadas feições estruturais indicativas de cavalgamentos de baixo ângulo principalmente de sul para norte ou de sudeste para noroeste. Também são frequentes superfícies de deslocamentos associadas à lineações de estiramentos, dobras assimétricas e rompidas, resultante da tectônica compressional brasileira.

As rochas deste domínio encontram-se empurradas sobre o embasamento do Terreno Cristalândia do Piauí e sobre os metassedimentos do Grupo Santo Onofre, apresentando fases de deformações apenas no Evento Brasileiro, caracterizado por apresentar foliações tectônicas, cisalhamentos e falhas contracionais e transpressionais.

Na Folha Parnaguá este domínio é representado por rochas metassedimentares tais como os xistos e quartzitos, nas quais a presença de estruturas dúcteis é predominante, como foliações, lineações e dobras, principalmente nos xistos. Nos quartzitos pode-se observar com mais clareza o registro de falhas e juntas, porém foi constatada a presença de dobras de empurramento, confirmando a interpretação da falha de empurramento presente no extremo sudeste da referida folha.

As foliações apresentam direção de *strike* predominantemente NE-SW com mergulhos para sudeste e, subordinadamente com *strike* NW-SE e mergulho para SW. As falhas contracionais sobre o embasamento tem direção de *strike* preferencialmente NE-SW com mergulho para SE e vergência para noroeste e, nos contatos e nas proximidades dos metassedimentos do Grupo Santo Onofre apresenta *strike* para NNW-SSE com mergulho para SW e vergência para NE.

### 5.1.4 - Domínio Domo Gnáissicos

Este domínio de idade atribuída ao Paleoproterozoico, disposto em domo ovalado em uma faixa alongada e contínua delimitado pelas as rochas metassedimentares do Grupo Santo Onofre. É constituído predominantemente por metatonalitos e metamonzogranitos, geralmente porfiroclásticos com foliação paralela a Serra do Boqueirão com suas melhores exposições localizadas nas imediações da cidade de Mansidão (BA) e do distrito de Aroeira do município de Mansidão (BA).

As rochas desta unidade apresentam-se falhadas e fraturadas subverticalmente, às vezes preenchidas por quartzo, e quando mais deformadas observa-se uma foliação gnáissica impressa pela orientação dos minerais máficos.

Em afloramento da referida unidade, próximo à cidade de Mansidão (BA), observa-se que inicialmente ocorreu um pulso magmático tonalítico, trazendo xenólitos de metamonzogranitos, e que posteriormente sofreu novo evento magmático caracterizado pelos fraturamentos e veios aplíticos, finalizando com um retrabalhamento imposto por fraturamentos, preenchimentos de veios de quartzo e intensa alteração hidrotermal.

### 5.1.5 - Domínio Cristalândia do Piauí

Agrupa rochas gnáissicas e migmatíticas orto e paraderivadas do embasamento, nas quais se observa bandamentos, foliações miloníticas, dobramentos e zonas de cisalhamento.

Na Folha Mansidão, está restrito a uma pequena porção no extremo norte-nordeste com orientação geral NE-SW, e é composto por rochas dos complexos Júlio Borges e Cristalândia do Piauí, constituídos



predominantemente por metatonalíticos, por vezes gnaissificados, associados às rochas metamáfica-metaultramáficas e a metatonalitos geralmente milonitizados, respectivamente.

Afloramentos do Complexo Júlio Borges ressaltam a presença de foliações penetrativas, foliações miloníticas, bandamentos, zonas de cisalhamentos transcorrentes dominantemente sinistrais, reflexo da transposição e paralelização de dobramentos mais antigos submetidos à tectônica tangencial brasileira. As foliações e bandamentos observadas mostram geralmente mergulhos para sudoeste concordante com a xistosidade dos quartzitos e xistos da Formação Serra do Boqueirão 2 (Grupo Santo Onofre).

#### 5.1.6 - Domínio Grupo Santo Onofre

Segundo Loureiro et al. (2008) a Sinéclise Santo Onofre configura uma depressão alongada segundo a direção norte-sul, preenchida por depósitos flúvio-eólicos, litorâneos e marinhos rasos distribuídos segundo uma geometria triangular aberta para norte, definidas pelas serras do Estreito e Boqueirão e é composta por um conjunto de rochas metassedimentares siliclásticas e carbonáticas deformadas e metamorfasadas na fácies xisto verde; os depósitos desta sinéclise compõem um relevo de serras e vales alongados na direção nor-nordeste/sul-sudeste, estruturando dois sinclínios regionais com caimentos diferenciados dos seus eixos.

Este domínio na área do projeto está representado pelo extremo-setentrional da Serra do Boqueirão com direção noroeste-sudeste, constituída predominantemente por metassedimentos quartzíticos, de idade neoproterozoica, com intercalações de filitos/xistos.

Esta serra apresenta uma grande retineidade, observadas em imagens diversas, denotando um

controle estrutural sendo observadas feições de dobramentos onde ocorre crenulações nos filitos intercalados nos quartzitos. As foliações apresentam direção de *strike* predominantemente noroeste-sudeste, quase norte-sul, paralela a serra e mergulhando para sudoeste, refletindo uma fase de compressão regional atribuído ao Clico Brasileiro.

As falhas compressoriais observadas nos limites da citada serra apresentam direção de *strike* preferencialmente noroeste-sudeste com mergulho para sudoeste e transporte tectônico para oeste-nordeste.

#### 5.1.7 - Domínio Grupo Bambuí

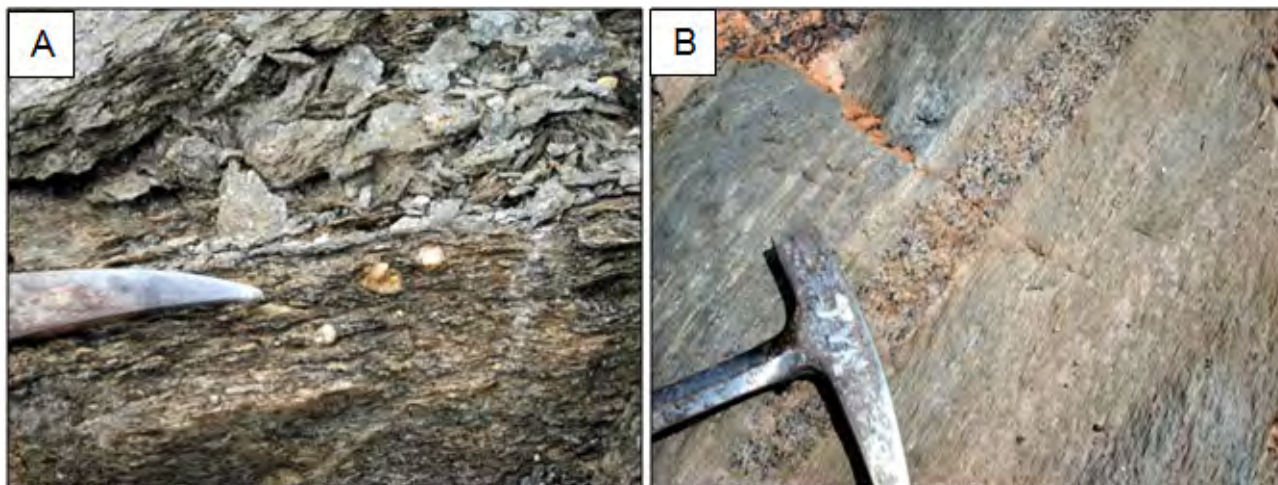
Caracteriza uma pequena região onde este grupo aflora e na qual não se evidencia o registro de feições estruturais tão proeminentes regionalmente.

### 5.2 - ESTRUTURAS DÚCTEIS

A Folha Rio Paraim apresenta uma grande variedade de estruturas deformacionais presentes nas diversas escalas de trabalho. A maior parte dos lineamentos fotointerpretados são reflexos diretos de estruturas observadas em campo e suas atitudes de dobras e foliações.

As principais feições observadas nas rochas do embasamento são dobras em geral, zonas de cisalhamentos, bandamentos gnáissicos e migmatização. Já nas rochas metassedimentares predominam as xistossidades, dobras e crenulações.

Zonas de cisalhamento em gnaisses são facilmente perceptíveis, inclusive a ocorrência de minerais estirados indicando deslocamento direcional (porfiroclastos e arrastes de bandamento), principalmente nos ortognaisses (figuras 5.2 A e B). Bandamentos gnáissicos (figura 5.3 A) ocorrem como



Figuras 5.2 – Zonas miloníticas em ortognaisses do Complexo Cristalândia do Piauí (A); Porfiroclastos de feldspatos em rochas milonitizadas (B).

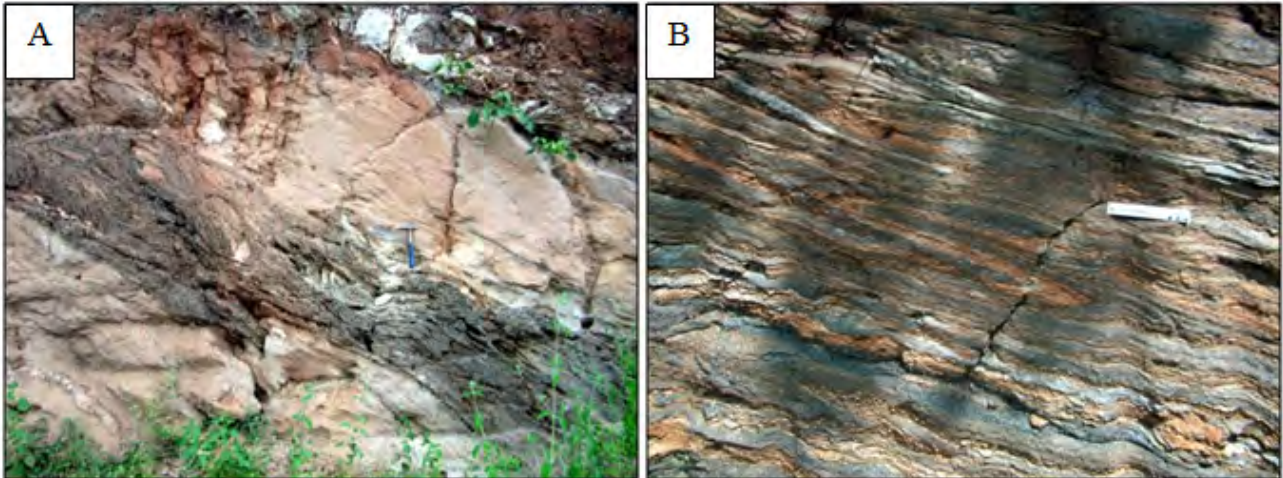


uma sucessão de faixas claras e escuras em bandas mais félsicas e mais máficas. Estão associadas a deformações durante o período paleoproterozoico, após a formação da rocha. Os migmatitos formam grandes bolsões quartzo-feldspáticos, geralmente alterados e ocorrendo de forma localizada em toda a área (figura 5.3 B). Dobras de pequeno e médio porte (figura 5.4 A), além de dobras intrafoliais (figura 5.4 B), também são observadas ocorrendo nos gnaisses.

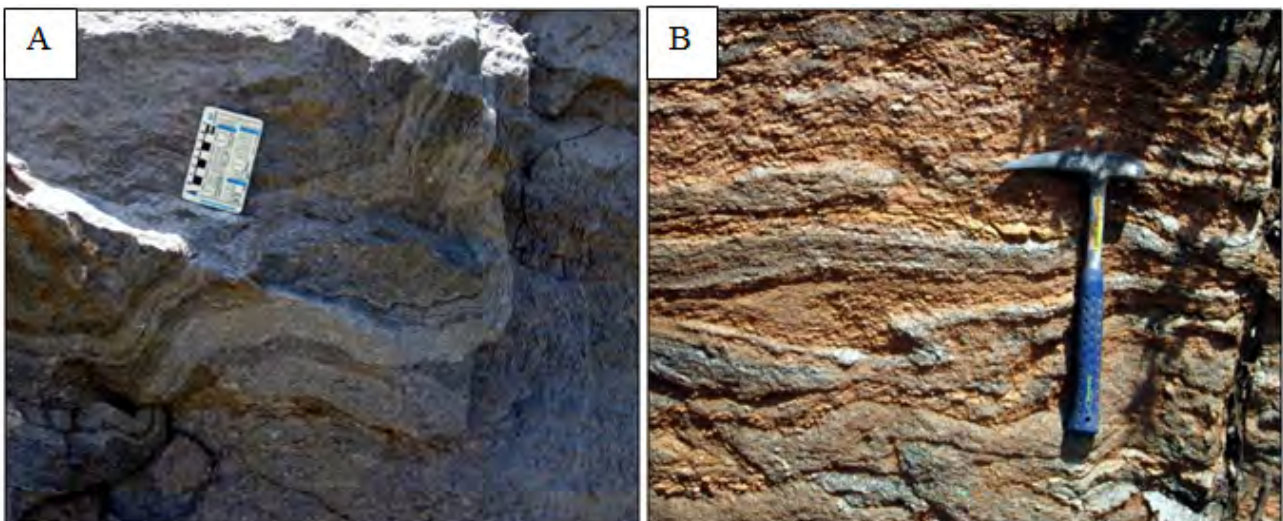
Nas rochas metassedimentares predominam pelo menos duas foliações, sendo uma foliação de baixo ângulo com vergência para Sul, de direção Nordeste denominada de  $S_n$  possivelmente paralela a  $S_o$  (figura 5.5 A). Atitudes aproximadas de  $70^\circ/20^\circ$  SE são comuns para o  $S_n$ . Sobrepondo esta foliação  $S_n$ , ocorre uma segunda foliação denominada  $S_{n+1}$  (figura 5.5 B) de ângulo mais elevado (aproximadamente  $50^\circ/60^\circ$  SE), oriundo de planos axiais de dobras for-

madadas possivelmente pela progressão dos esforços gerados no Ciclo Brasileiro. É comum a ocorrência de granadas ao longo deste plano (figura 5.6), o que indica um metamorfismo que atingiu pelo menos  $500^\circ\text{C}$  em uma relativa baixa pressão (minerais indicadores de alta pressão são ausentes). A rotação da foliação  $S_{n+1}$  em relação a  $S_n$  possivelmente deveu-se a uma rotação dos esforços ao longo do Ciclo Brasileiro e da implantação dos granitos mais a Leste mapeados na Folha Mansidão.

Reforçando a possibilidade da existência de uma zona de empurrão deformando as sequências metassedimentares, existe ainda uma série de dobras e de corpos areníticos que exibem uma cinemática tanto dextral quanto sinistral, principalmente na porção a Sudoeste da área do projeto, além de corpos de quartzito dobrados, o que refletiria que estes indicadores fossem grandes dobras intrafoliais em escala quilométrica. Eventualmente a sobreposição de es-

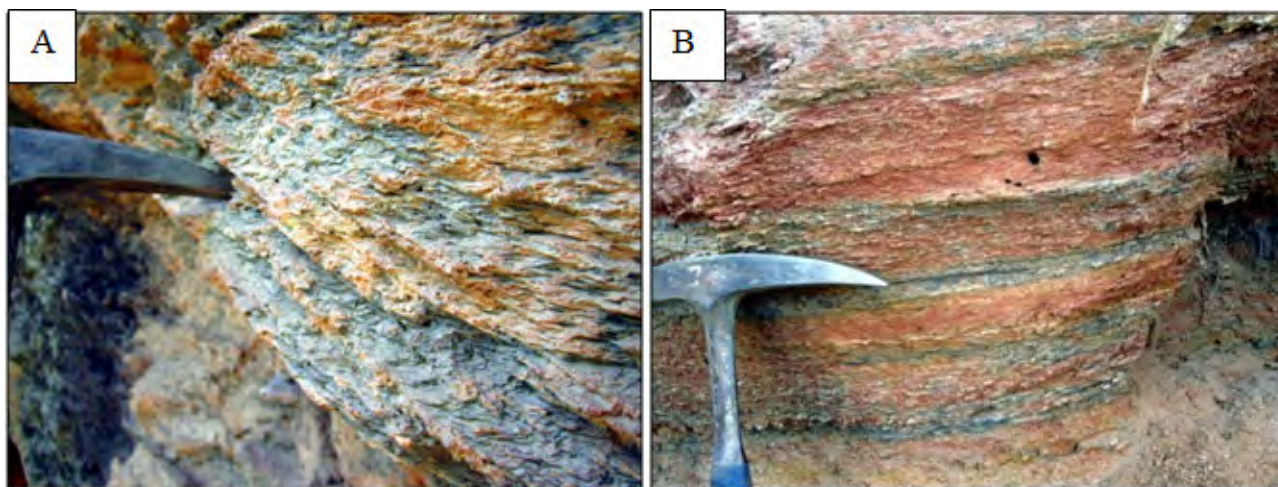


Figuras 5.3 – Bandamento gnáissico em ortognaisses intrafoliais em regime compressional (A); Rocha migmatizada exibindo bandas escuras e claras, mesossoma e leucossoma, respectivamente (B), ambos do Complexo Cristalândia do Piauí.



Figuras 5.4 – Dobras de médio porte em rochas paragnáissicas da unidade PP2cgp (A); Dobras intrafoliais ocorrendo em banda dos ortognaisses da unidade PP2cog(B).





Figuras 5.5 – Foliações  $S_n//S_o$  (A) e  $S_{n+1}$  (B) nos metassedimentos (sericita xistos) do Grupo Rio Preto.



Figura 5.6 – Granadas associadas ao plano  $S_{n+1}$  observadas no Grupo Rio Preto.

forços atuantes na área promoveu uma configuração na forma de domo-bacia de grandes dimensões, perceptível principalmente nos quartzitos (figura 5.7). Ainda relacionados à foliação  $S_n$  ocorrem dobras intrafoliais (figura 5.8)



Figura 5.7 – Quartzitos do Grupo Rio Preto em configuração Domo-Bacia.



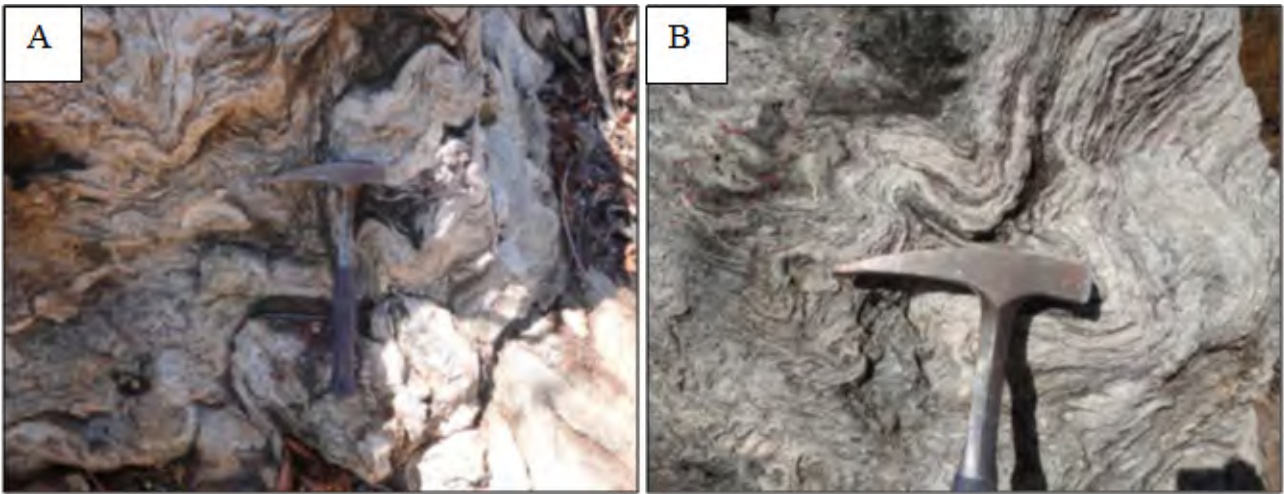
Figura 5.8 – Dobras intrafoliais associadas ao  $S_n$  em xistos do Grupo Rio Preto.

A Folha Parnaguá possui poucas áreas com rochas do embasamento e supracrustais do Grupo Rio Preto aflorantes, porém estas pequenas áreas apresentam certa complexidade de estruturas deformacionais, com padrões evidentes nas diversas escalas de trabalho. As observações regionais dos alinhamentos estruturais vistos em mapa são expressões diretas das estruturas observáveis em campo e espelham os *trends* medidos através das atitudes de foliações e de dobras em campo.

As foliações miloníticas em gnaisses são relacionadas à mesossomas de cisalhamento com espessuras até métricas e extensões diversas e são os principais registros de deformações dúcteis presentes (figuras 5.9 A e B).

Na Folha Parnaguá, onde afloram as rochas do embasamento, os elementos estruturais predominantes são estruturas dúcteis associadas ao bandamento gnáissico e milonítico, dobras e *boudins* em veios, como alguns exemplos de *tension gashes*. Nos metassedimentos do grupo Rio Preto as principais estruturas são dobras e crenulações.





Figuras 5.9 – Rochas gnáissicas do embasamento com veios de quartzo dobrado (A) e com mesossomas foliados e dobrados em zonas de cisalhamento dúctil (B) observadas na unidade Complexo Cristalândia do Piauí (PP2cog).

Vários tipos de dobras parasíticas também foram encontrados neste mapeamento, desde pequenas escalas até dobras de maiores amplitudes, seja no embasamento ou nos metassedimentos da Faixa Rio Preto. Todas as estruturas relacionadas à deformação dúctil como dobras parasíticas, dobras intrafoliais, veios dobrados, *tension gashes*, *boudins* e estiramentos puderam ser observados em diversos afloramentos. Lineações de estiramento (Lx) e de eixos de dobras (Lb) foram também encontrados em algumas rochas afetadas por deformação na área, constituindo-se importantes elementos para a compreensão dos eventos tectônicos ocorridos. Nos gnaisses do embasamento alguns afloramentos apresentam dobras que variam de fechadas a suaves.

Além dos vários tipos de dobras, algumas facilmente observáveis, foram mapeadas estruturas lineares de estiramento sobre planos de foliação, referentes aos esforços dúcteis sofridos pelas rochas, tanto nos gnaisses quanto nos xistos.

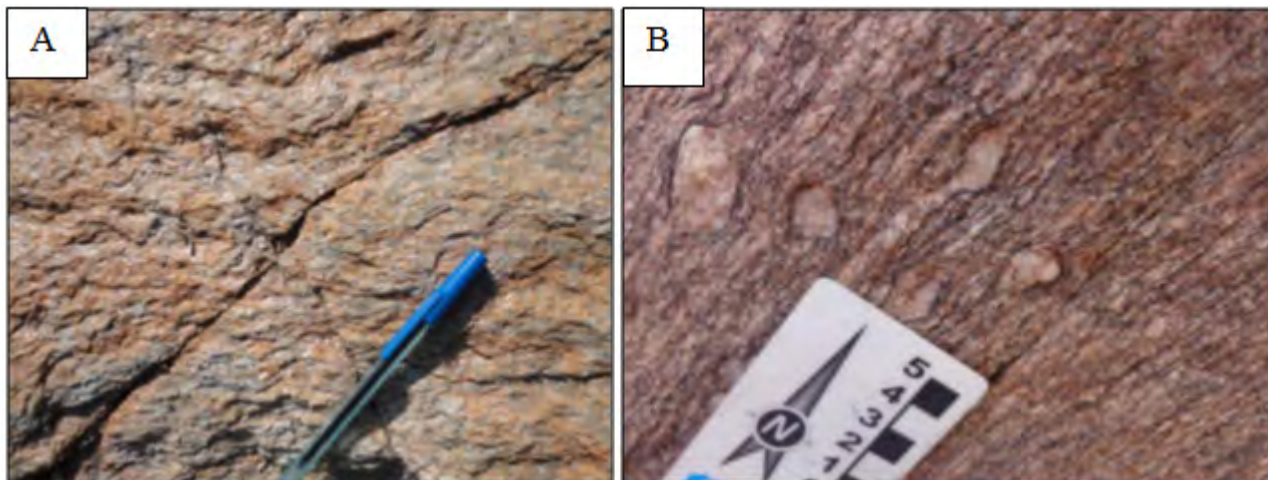
O embasamento gnáissico na Folha Parnaguá apresenta envelope estrutural marcado por bandamentos gnáissicos paralelos às foliações cujos traços possuem preferencialmente direções NNE-SSW mergulhando para ESE e WNW; mais frequentemente para este último. Os principais elementos estruturais descritos são dobras fechadas a isoclinais, com planos axiais de mergulhos subverticais a subhorizontais. As zonas de cisalhamentos atravessam a folha com direções NNE-SSW compondo um sistema de cisalhamento principalmente dextral materializado por foliação milonítica, transposição de foliações, bandas de deformação e dobras de arrasto. Zonas de cisalhamentos sinistrais também foram mapeadas, sendo a principal passando pelo município de Parnaguá onde afloram as rochas dos grupos Rio Preto e Cristalândia do Piauí. A principal zona de cisalhamento é evidenciada na porção sudeste, e estende-se, na porção noroeste, em direção à cidade de Corrente, onde afloram mica xistos e quartzitos densamente

cortados por veios de quartzo. Na porção sudeste da folha, onde se concentram as ocorrências de formações ferríferas, há uma tendência de direção do *strike* da foliação mais para ENE-WSW com registro em vários afloramentos de dobramento de plano axial, com dobras apertadas a isoclinais de planos axiais variando  $170^{\circ}/70^{\circ}$  a  $160^{\circ}/35^{\circ}$ .

Próximo a Serra do Parnaguá o embasamento apresenta dobras associadas a bandas miloníticas com direção E-W transpondo foliação pretérita, esta última paralela ao bandamento gnáissico com direção NNE-SSE presente em quase toda extensão da parte sudeste e sudoeste da Folha Parnaguá. A cinemática do cisalhamento não foi interpretada de maneira muito clara, apresentando indicadores dextrais e sinistrais.

Poucos foram os afloramentos de metassedimentos do Grupo Rio Preto descritos na Folha Parnaguá, uma vez que se encontravam em estado avançado de intemperismo. No entanto, na localidade denominada Lagoa do Mato pôde-se verificar xistos/filitos com estruturas S-C com atitude  $270^{\circ}/23^{\circ}$  (medida coletada na parte “C” da foliação) revelando movimento cavalgante sobre o embasamento arqueano. Esse transporte tectônico de leste para oeste pôde ainda ser verificado próximo ao município de Parnaguá, em corte de estrada que conduz a Mansidão (BA). Neste local, rochas do embasamento foram envolvidas nesse transporte por apresentarem dobras com vergência para leste e registrarem duas crenulações subparalelas cuja lineações têm atitudes  $170^{\circ}/10^{\circ}$  e  $177^{\circ}/15^{\circ}$ . Nos gnaisses do Complexo Cristalândia do Piauí, foram observados diversas estruturas formadas em zona de cisalhamentos rúptil, tais como sistema de fraturas conjugadas, muitas delas não preenchidas por nenhum tipo de veio, evidenciando que as mesmas são mais recentes e formadas em níveis crustais mais superficiais e, em nível crustal mais profundo, presença de veios de feldspatos estirados, evidenciando zonas de cisalhamento dúctil (figuras 5.10 A e B).





Figuras 5.10 – Paraganaisse do embasamento com sistemas de fraturas conjugadas (A) e ortognaisse com cristais de feldspatos estirados formado em zona de cisalhamento dúctil (B).

Em afloramentos de quartzito mais a sudeste (Folha Parnaguá) vê-se foliação  $230^{\circ}/22^{\circ}$  e fraturas preenchidas por veios de quartzo, sendo estes quartzitos com evidências de empurrões. No extremo sudeste da referida folha as rochas do Grupo Rio Preto foram empurradas de nordeste para sudeste sobre o embasamento Paleoproterozoico através superfícies miloníticas sub-horizontizadas. Em uma exposição de granada-biotita-muscovita-quartzo milonito com lineação de interseção sub-horizontal, expondo ora o embasamento Paleoproterozoico, ora os quartzitos supracrustais, conferindo à formação um aspecto de *klippe*, excetuando-se pela extrapolação dos seus limites da folha, em direção à Folha Rio Paraím.

### 5.3 - ESTRUTURAS FRÁGEIS E DÚCTIL-RÚPTEIS

Estruturas originadas em níveis crustais mais rasos foram encontradas por toda a área de estudo, muitas delas reconhecidas através da fotointerpretação. A maior parte delas estaria relacionada ao Ciclo Brasileiro em seus estágios finais e outras ainda estariam relacionadas aos eventos posteriores.

Falhas que cortam os corpos quartzíticos na porção Sudoeste da Folha Rio Paraím, indicariam diferenças de intensidade de esforços durante a compressão brasileira, já que ao longo da unidade seria impossível manter um esforço contínuo. A deformação no limite do dúctil-rúptil é evidenciada pela existência de venulações, *tension gashes* e *stockworks*. Estas estruturas tendem a concentrar quartzo através da percolação de fluidos e junto a estes fluidos ocorrem mineralizações de manganês e titânio principalmente, associados à atividade hidrotermal (figura 5.11).

Ainda durante o brasileiro, parte das rochas sedimentares recém-depositadas no Cráton do São Francisco, mais especificamente rochas areníticas da Formação Serra da Mamona (Grupo Bambuí) foram

empurradas sobre os metassedimentos do Grupo Rio Preto e encontram-se sobrepostas as mesmas de forma discordante (figura 5.12).

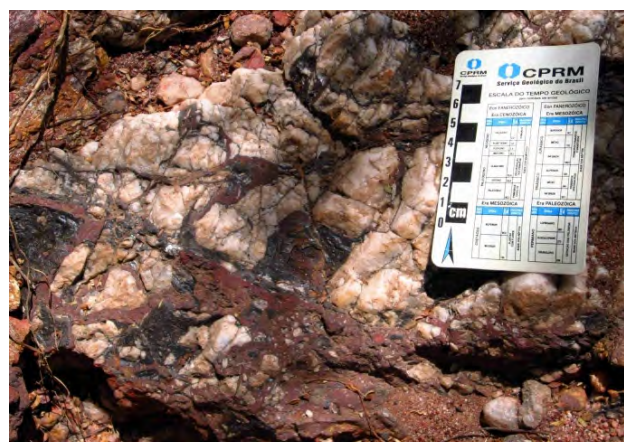


Figura 5.11 - Estruturas em brechas e stockworks que concentram minerais de titânio e manganês observados no Grupo Rio Preto



Figura 5.12 – Rochas meta-areníticas da Formação Serra da Mamona sobrepostas discordantemente sobre xistos do Grupo Rio Preto.

Os esforços mais tardios de ruptura, na forma de fraturamentos e falhamentos, ocorrem em forma de sets de fraturas em várias direções, muitas delas, milimétricas, preenchidas por quartzo (figura 5.13).



Figura 5.13 – Fraturas, surgidas durante as fases posteriores do desenvolvimento tectônico, existentes em quartzitos do Grupo Rio Preto.

Na região sul da Folha Parnaguá, onde a atuação dos eventos tectônicos ao longo da história geológica deixou o registro de grande quantidade de estruturas rúpteis, principalmente aquelas relacionadas aos eventos ocorridos em níveis crustais mais rasos são facilmente observadas em vários tipos de afloramentos de rochas gnáissicas. Observa-se a enorme ocorrência de veios de quartzo com espessuras milimétricas até decimétricas e extensões métricas, que interceptam as rochas em direções variadas.

Próximo a Serra do Parnaguá o embasamento apresenta dobras associadas a bandas miloníticas com direção E-W transpondo foliação pretérita, esta última paralela ao bandamento gnáissico com direção NNE-SSE presente em quase toda extensão da parte sudeste e sudoeste da Folha Parnaguá. A cinemática do cisalhamento não foi interpretada de maneira muito clara, apresentando indicadores dextrais e sinistrais.

## 5.4 - EVOLUÇÃO TECTÔNICA

Os gnaisses do embasamento foram as rochas que sofreram maior número de esforços, sendo pelo menos três deles. Considerando a formação de uma foliação Sn durante o Paleoproterozoico (em torno de 2.2 Ga), correspondente aos eventos So//Sn-1 nos paragnaisses e Sn-1 nos ortognaisses, gerando granitos e deformando rochas mais antigas, esta foliação Sn teria sofrido um evento tectônico em Sn+1 (por volta de 2.0 Ga) representado pelas estruturas miloníticas, redobramentos e migmatização.

Já relacionado aos metassedimentos do Grupo Rio Preto, foi possível reconhecer três planos de foliação: o So//S1, denominado Sn no domínio dos metassedimentos, representado pela foliação de baixo ângulo perceptível principalmente nos metapelitos, a foliação Sn+1 representada por um plano de mais alto ângulo em relação ao Sn e o plano Sn+2 que corresponde a dobras em maior escala redobrando localmente os planos anteriores. É possível que as três foliações tenham se originado durante o evento Brasileiro e que seria assim consequência de um esforço progressivo devido ao aumento das tensões dos esforços compressoriais cujo reflexo principal são as falhas de empurrão.

Analisando o empilhamento das rochas da área como mostrado na figura 5.14, pode-se especular que elas representariam um ambiente deposicional de plataforma continental, em regime transgressivo, onde na parte Noroeste, os xistos grafitosos representariam a parte imersa da sequência, cuja grafita poderia ser oriunda de atividade biogênica, os quartzitos representariam um ambiente de praia e os sericita xistos um ambiente lacustre continental sem atividade biogênica expressiva. Com o avanço dos esforços durante o Ciclo Brasileiro as rochas foram metamorfizadas, dobradas e empurradas umas sobre as outras até atingir a configuração atual. A presença de minerais de manganês torna plausível a possibilidade de em algum momento na evolução da área ter havido uma proto-crosta oceânica sendo formada em um ambiente *rift* assimétrico que favoreceu a implantação do Grupo Rio Preto, observação esta já levantada por Caxito (2010).



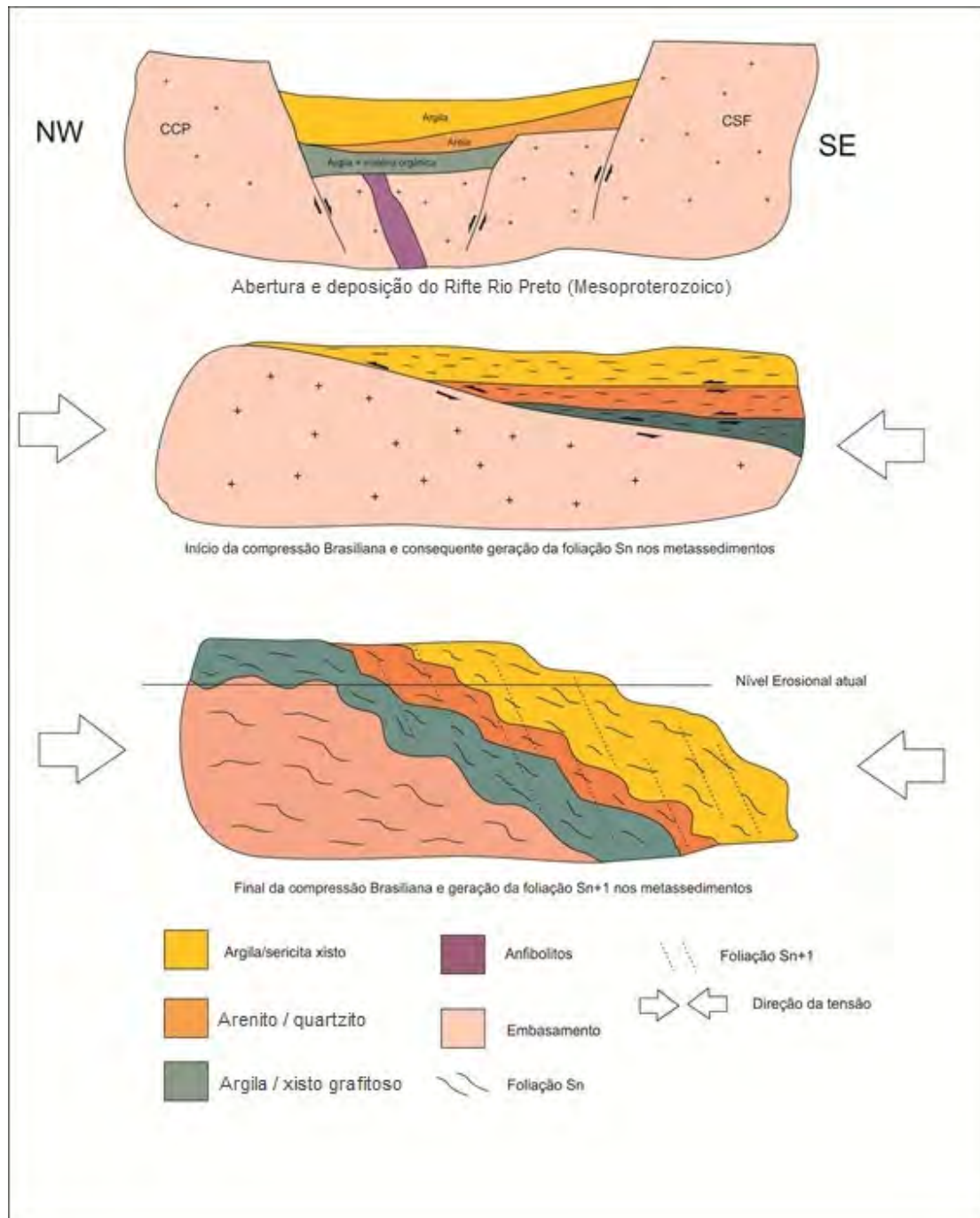


Figura 5.14 – Diagrama hipotético da evolução tectônica das unidades do Grupo Rio Preto.



## 6 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

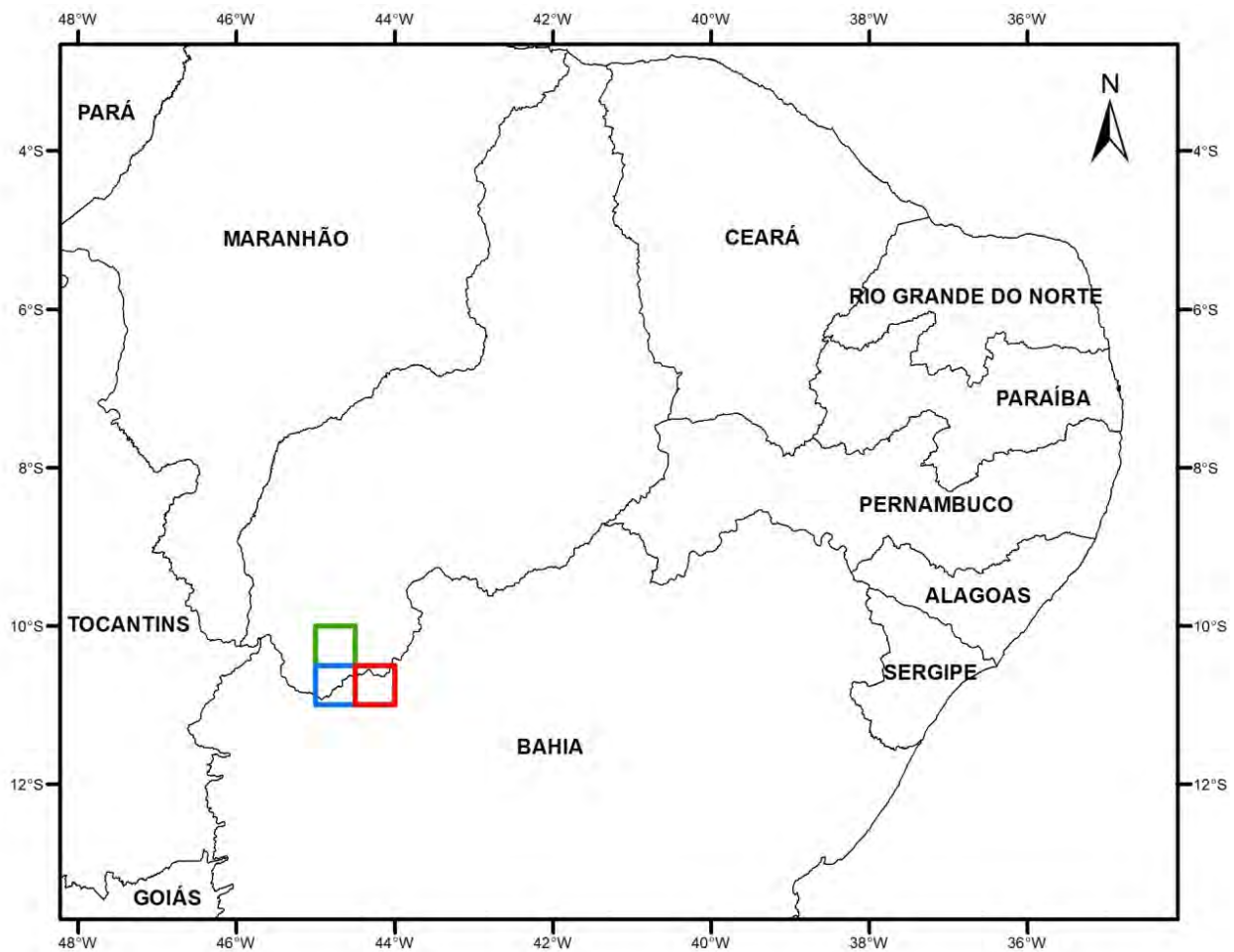
### 6.1 - INTRODUÇÃO

Este relatório reporta-se a prospecção geoquímica e mineralométrica executada nas folhas Mansidão, Parnaguá e Rio Paraim no limite dos estados da Bahia e do Piauí, Figura 6.1.

Nenhum projeto de prospecção geoquímica e mineralométrica sistemática da CPRM foi executado anteriormente nestas três folhas.

A interpretação dos dados obtidos e considerados neste trabalho obedeceu a dois critérios principais:

1. Ordenamento das informações (dados analíticos) através de um tratamento simples (cálculo dos estimadores da população, estatística univariada e multivariada básica);
  2. Interpretação dos dados tratados sobre uma base geológica simplificada com ênfase na litologia e no arcabouço estrutural e relacionada com as ocorrências minerais pertinentes.
- Todos os dados estão disponibilizados neste relatório, de forma a poderem ser retomados e reinterpretados mais detalhadamente.



### Legenda

- Folha Mansidão
- Folha Parnaguá
- Folha Rio Paraim

Figura 6.1 – Mapa de situação das folhas.

## 6.2 - METODOLOGIA

### 6.2.1 - Generalidades

A distribuição das estações de amostragem obedeceu aos critérios determinados pela metodologia de mapeamento geoquímico dos levantamentos geológicos regionais da CPRM – Serviço Geológico do Brasil para as folhas do corte internacional 100.000 (aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup>).

*Tabela 6.1 – Números de mostras de sedimentos de corrente e concentrados de bateia para as três folhas estudadas.*

FOLHA	SEDIMENTO DE CORRENTE	CONCENTRADO DE BATEIA
MANSIDÃO	239 (duplicatas em 25) – total 264	240
PARNAGUÁ	197 (duplicatas em 17) – total 214	197
RIO PARAIM	239 (duplicatas em 25) – total 264	239

Na tabela 6.1 acima estão as estações programadas por folha e o número de duplicatas de campo perfazendo um total de amostras analisadas e tratadas estatisticamente. Os concentrados de bateia foram coletados nas mesmas estações dos sedimentos de corrente. A distribuição das estações obedeceu, no caso presente, um padrão regular, de forma a abranger a maior quantidade de território possível.

### 6.2.2 - Metodologia de Campo

As amostras de sedimento ativo de corrente foram coletadas, de forma composta, no canal ativo da drenagem, em trechos mais retilíneos, em 5 a 10 porções e num raio máximo de 50 metros.

As amostras de concentrados de bateia foram coletadas no mesmo sítio também de forma composta, porém diferentemente dos sedimentos de corrente, nos trechos da drenagem com concentradores naturais (curvas, corredeiras, etc.).

Em estações aleatoriamente distribuídas, foram coletadas duplicatas de campo das amostras de sedimento de corrente para teste de variância.

Todas as informações de campo das amostras de sedimento ativo de corrente e de concentrados de bateia foram registrados em formulário próprio (caderneta de campo geoquímica) para posterior arquivamento, junto com os resultados analíticos, na base de dados geoquímicos da CPRM no GEOBANK.

### 6.2.3 - Metodologia Analítica

#### 6.2.3.1 - Sedimentos de corrente

As amostras de sedimentos foram analisadas pelo SGS GEOSOL, e obedeceu ao seguinte processo analítico:

- Secadas a 60°C e peneiradas a 80 mesh;
- Pulverizadas e digeridas com água régia.
- Analisadas para 54 elementos traços por ICP-MS e ICP-AES.

**Ag; Al\*; As; Au; B\*; Ba\*; Be\*; Bi; Ca\*; Cd; Ce\*; Co; Cr\*; Cs\*; Cu; Fe\*; Ga; Ge\*; Hf\*; Hg; In; K\*; La\*; Li\*; Lu\*; Mg\*; Mn\*; Mo; Na\*; Nb\*; Ni\*; P\*; Pb; Rb\*; Re; S\*; Sb; Sc\*; Se; Sn\*; Sr\*; Ta\*; Tb\*; Te; Th\*; Ti\*; Tl; U\*; V\*; W\*; Y\*; Yb\*; Zn; Zr\*.** A solubilidade dos elementos assinalados\* foi limitada pelas espécies minerais presentes (geralmente resistatos).

#### 6.2.3.2 - Concentrados de Bateia

As amostras foram inicialmente secadas e tiveram suas frações magnéticas identificadas em um separador FRANTZ. O restante do material é passado através de líquido denso (bromofórmio) e as alíquotas formadas pelos minerais de densidade abaixo de 2,97 foram descartadas. As frações pesadas obtidas seguiram para o estudo analítico através de lupa binocular e microscópio. A análise mineralógica foi reportada de forma semiquantitativa nos seguintes intervalos:

- < 1% reportado como 1
- 1 – 5 % reportado como 3
- 5 – 25 % reportado como 15
- 25 – 50 % reportado como 40
- 50 – 75 % reportado como 60
- > 75 % reportado como 85

As amostras de concentrado de bateia foram analisadas no laboratório da SGS GEOSOL. Os valores de ouro foram reportados como pintas.

## 6.3 - TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

### 6.3.1 - Sedimentos de Corrente

Os dados analíticos de sedimento de corrente das folhas Mansidão, Parnaguá e Rio Paraim obedeceram a um processo de interpretação sequencial: estudo da variância; cálculo dos estimadores estatísticos; estudo do tipo de distribuição (box-whiskers, correlações e análise de agrupamentos); análise da distribuição espacial dos elementos; cálculo e consistência das anomalias.

O total de 54 elementos foi discriminado, em cada folha separadamente, em grupos que levaram em consideração suas características geoquímicas, importância metalogenética para a geologia da folha e grau de detecção.

#### 6.3.1.1 - Folha Mansidão

1. Elementos com bom grau de detecção e portância metalogenética direta na área ou

que podem possuir eventualmente importância metalogenética: 29 (Ba, Be, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Sn, Th, Ti, U, V, W, Y, Yb, Zn).

2. Elementos com média a baixa detecção, porém com importância metalogenética: três (As, Bi, Ta).

Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Sn, Tb, Th, Ti, Tl, U, V, Y, Yb, Zn).

2. Elementos com média a baixa detecção, porém com importância metalogenética: dois (Bi, Ta).

### 6.3.1.2 - Folha Parnaguá

1. Elementos com bom grau de detecção e importância metalogenética direta na área ou que podem possuir eventualmente importância metalogenética: 27 (Ba, Be, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Sn, Th, Ti, U, V, Y, Zn).
2. Elementos com média a baixa detecção, porém com importância metalogenética: dois (Bi, Ta).

### 6.3.1.3 - Folha Rio Paraim

1. Elementos com bom grau de detecção e importância metalogenética direta na área ou que podem possuir eventualmente importância metalogenética: 31 (Ba, Be, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb,

### 6.3.2 - Estudo da Variância

Em cada uma das folhas foi executado um estudo de variância utilizando-se das amostras duplicatas. Assim foram elaboradas três tabelas para as três folhas e adotou-se o teste t-student ou teste das pequenas amostras para estabelecer a confiabilidade dos resultados analíticos, tabelas 6.2a, 6.2b e 6.2c.

De acordo com os resultados obtidos nas tabelas 6.2a, 6.2b e 6.2c, a hipótese nula para as populações originais e réplicas foram aceitas a um nível de significância de 95% para a quase totalidade dos elementos.

Alguns elementos foram detectados em poucas amostras duplicadas o que invalidou o teste para aquele elemento.

### 6.3.3 - SUMÁRIO DOS ESTIMADORES

Os estimadores dos elementos analisados estão disponibilizados nas tabelas 6.3a, 6.3b e 6.3c.

Tabela 6.2a – Tabela de variância (t-student), Folha Mansidão.

FOLHA MANSIDÃO							
Elementos	$t_{0,95}<1,67$	Valores utilizados	Hipótese nula	Elementos	$t_{0,95}<1,67$	Valores utilizados	Hipótese nula
Ag - ppm	1,746	12	NÃO	Mo - ppm	0,352	50	ACEITO
Al - %	0,338	50	ACEITO	Na - %	0,635	26	ACEITO
As - ppm	2,235	12	NÃO	Nb - ppm	0,478	50	ACEITO
Au - ppm	-	0	-	Ni - ppm	0,220	50	ACEITO
B - ppm	-	0	-	P - ppm	0,443	39	ACEITO
Ba - ppm	0,216	50	ACEITO	Pb - ppm	0,320	50	ACEITO
Be - ppm	0,557	48	ACEITO	Rb - ppm	0,154	50	ACEITO
Bi - ppm	0,274	45	ACEITO	Re - ppm	-	0	-
Ca - %	0,308	50	ACEITO	S - %	0,858	16	ACEITO
Cd - ppm	0,049	30	ACEITO	Sb - ppm	0,629	25	ACEITO
Ce - ppm	0,105	50	ACEITO	Sc - ppm	0,058	48	ACEITO
Co - ppm	0,330	50	ACEITO	Se - ppm	-	3	-
Cr - ppm	0,303	50	ACEITO	Sn - ppm	0,232	48	ACEITO
Cs - ppm	0,205	50	ACEITO	Sr - ppm	0,299	50	ACEITO
Cu - ppm	0,315	50	ACEITO	Ta - ppm	0,334	50	ACEITO
Fe - %	0,219	50	ACEITO	Tb - ppm	0,276	50	ACEITO
Ga - ppm	0,338	50	ACEITO	Te - ppm	0,358	16	ACEITO
Ge - ppm	-	0	-	Th - ppm	0,274	50	ACEITO
Hf - ppm	0,789	12	ACEITO	Ti - %	0,135	29	ACEITO
Hg - ppm	0,021	27	ACEITO	Tl - ppm	0,236	39	ACEITO
In - ppm	1,794	8	NÃO	U - ppm	0,204	50	ACEITO
K - %	0,192	50	ACEITO	V - ppm	0,376	50	ACEITO
La - ppm	0,200	50	ACEITO	W - ppm	0,699	25	ACEITO
Li - ppm	0,366	43	ACEITO	Y - ppm	0,294	50	ACEITO
Lu - ppm	0,399	50	ACEITO	Yb - ppm	0,108	48	ACEITO
Mg - %	0,347	47	ACEITO	Zn - ppm	0,322	50	ACEITO
Mn - ppm	0,146	50	ACEITO	Zr - ppm	0,391	36	ACEITO



Tabela 6.2b – Tabela de variância (t-student), Folha Parnaguá.

FOLHA PARNAGUA							
Elementos	$t_{0,95}<1,67$	Valores utilizados	Hipótese nula	Elementos	$t_{0,95}<1,67$	Valores utilizados	Hipótese nula
Ag - ppm	1,106	9	ACEITO	Mo - ppm	0,319	28	ACEITO
Al - %	0,632	34	ACEITO	Na - %	0,877	14	ACEITO
As - ppm	3,465	11	NÃO	Nb - ppm	0,100	31	ACEITO
Au - ppm	-	0	-	Ni - ppm	0,225	34	ACEITO
B - ppm	-	0	-	P - ppm	0,573	32	ACEITO
Ba - ppm	0,194	34	ACEITO	Pb - ppm	0,090	34	ACEITO
Be - ppm	0,008	33	ACEITO	Rb - ppm	0,237	34	ACEITO
Bi - ppm	0,327	22	ACEITO	Re - ppm	-	0	-
Ca - %	0,039	34	ACEITO	S - %	1,234	12	ACEITO
Cd - ppm	0,244	22	ACEITO	Sb - ppm	0,732	16	ACEITO
Ce - ppm	0,082	34	ACEITO	Sc - ppm	0,605	32	ACEITO
Co - ppm	0,201	34	ACEITO	Se - ppm	-	0	-
Cr - ppm	0,590	34	ACEITO	Sn - ppm	0,560	22	ACEITO
Cs - ppm	0,830	34	ACEITO	Sr - ppm	0,087	34	ACEITO
Cu - ppm	0,288	30	ACEITO	Ta - ppm	0,022	13	ACEITO
Fe - %	0,679	34	ACEITO	Tb - ppm	0,062	34	ACEITO
Ga - ppm	0,624	34	ACEITO	Te - ppm	3,508	4	NÃO
Ge - ppm	-	0	-	Th - ppm	0,275	34	ACEITO
Hf - ppm	2,314	11	NÃO	Ti - %	0,241	26	ACEITO
Hg - ppm	2,828	4	NÃO	Tl - ppm	0,283	22	ACEITO
In - ppm	0,436	7	ACEITO	U - ppm	1,008	34	ACEITO
K - %	0,067	34	ACEITO	V - ppm	0,625	34	ACEITO
La - ppm	0,036	34	ACEITO	W - ppm	0,369	7	ACEITO
Li - ppm	0,258	13	ACEITO	Y - ppm	0,096	34	ACEITO
Lu - ppm	0,146	34	ACEITO	Yb - ppm	0,272	34	ACEITO
Mg - %	0,033	33	ACEITO	Zn - ppm	0,221	34	ACEITO
Mn - ppm	0,354	34	ACEITO	Zr - ppm	0,542	23	ACEITO

Tabela 6.2c – Tabela de variância (t-student), Folha Rio Paraim.

FOLHA RIO PARAÍM							
Elementos	$t_{0,95}<1,67$	Valores utilizados	Hipótese nula	Elementos	$t_{0,95}<1,67$	Valores utilizados	Hipótese nula
Ag - ppm	0,376	15	ACEITO	Mo - ppm	0,607	50	ACEITO
Al - %	0,350	50	ACEITO	Na - %	0,239	34	ACEITO
As - ppm	0,410	8	ACEITO	Nb - ppm	0,186	48	ACEITO
Au - ppm	-	0	-	Ni - ppm	0,154	50	ACEITO
B - ppm	-	0	-	P - ppm	0,044	49	ACEITO
Ba - ppm	0,380	50	ACEITO	Pb - ppm	0,239	50	ACEITO
Be - ppm	0,080	50	ACEITO	Rb - ppm	0,465	50	ACEITO
Bi - ppm	0,599	43	ACEITO	Re - ppm	-	0	-
Ca - %	0,304	50	ACEITO	S - %	0,328	18	ACEITO
Cd - ppm	0,974	33	ACEITO	Sb - ppm	0,877	12	ACEITO
Ce - ppm	0,197	50	ACEITO	Sc - ppm	0,087	50	ACEITO
Co - ppm	0,244	50	ACEITO	Se - ppm	-	0	-
Cr - ppm	0,088	50	ACEITO	Sn - ppm	0,567	32	ACEITO
Cs - ppm	0,151	50	ACEITO	Sr - ppm	0,292	50	ACEITO
Cu - ppm	0,320	50	ACEITO	Ta - ppm	0,559	42	ACEITO
Fe - %	0,023	50	ACEITO	Tb - ppm	0,199	50	ACEITO
Ga - ppm	0,134	50	ACEITO	Te - ppm	-	3	-
Ge - ppm	3,464	4	NÃO	Th - ppm	0,154	50	ACEITO
Hf - ppm	2,526	6	NÃO	Ti - %	0,040	32	ACEITO
Hg - ppm	-	6	-	Tl - ppm	0,322	43	ACEITO
In - ppm	1,296	15	ACEITO	U - ppm	0,371	50	ACEITO
K - %	0,293	50	ACEITO	V - ppm	0,169	50	ACEITO
La - ppm	0,248	50	ACEITO	W - ppm	1,233	10	ACEITO
Li - ppm	0,105	37	ACEITO	Y - ppm	0,202	50	ACEITO
Lu - ppm	0,184	48	ACEITO	Yb - ppm	0,270	46	ACEITO
Mg - %	0,202	48	ACEITO	Zn - ppm	0,289	50	ACEITO
Mn - ppm	0,003	50	ACEITO	Zr - ppm	0,175	39	ACEITO

Tabela 6.3a- Sumário estatístico dos elementos da Folha Mansidão.

FOLHA MANSIDÃO								
Elementos	GD	AMPLITUDE	MÉDIA ARIT.	MÉDIA GEOM.	DE SVIO ARIT.	DE SVIO GEOM.	LIMIAR (MGxDG2)	ANOMALIAS
Ag - ppm	72/264	0,01 - 1,04	0,33	0,19	0,19	2,44	1,5	0
Al - %	264/264	0,09 - 2,74	0,65	0,42	0,42	1,97	2,04	2
As - ppm	77/264	1 - 178	4,84	23,51	23,51	2,19	10,86	1
Au - ppm	0/264	0 - 0	-	-	-	-	-	-
B - ppm	0/264	0 - 0	-	-	-	-	-	-
Ba - ppm	264/264	6 - 401	87,49	63,19	63,19	2,23	325,44	4
Be - ppm	242/264	0,1 - 1,8	0,40	0,25	0,25	1,81	1,09	3
Bi - ppm	229/264	0,02 - 1,32	0,13	0,16	0,16	2,19	0,45	11
Ca - %	263/264	0,01 - 1,98	0,19	0,21	0,21	3,12	1,04	1
Cd - ppm	191/264	0,01 - 0,4	0,05	0,04	0,04	2,38	0,18	6
Ce - ppm	264/264	3,31 - 135,1	33,07	20,57	20,57	1,87	96,6	3
Co - ppm	264/264	0,3 - 28,3	5,37	4,61	4,61	2,67	24,84	2
Cr - ppm	264/264	5 - 85	20,06	10,88	10,88	1,58	44,92	7
Cs - ppm	264/264	0,06 - 3,4	0,43	0,35	0,35	1,84	1,2	3
Cu - ppm	264/264	1,8 - 60,1	13,55	10,42	10,42	2,31	51,55	4
Fe - %	264/264	0,48 - 5,67	1,89	0,80	0,80	1,64	4,51	1
Ga - ppm	264/264	0,4 - 11	3,04	1,83	1,83	1,92	9,19	4
Ge - ppm	0/264	0 - 0	-	-	-	-	-	-
Hf - ppm	83/264	0,05 - 4,16	0,76	1,09	1,09	3,67	4,28	0
Hg - ppm	157/264	0,01 - 0,48	0,05	0,09	0,09	2,44	0,16	11
In - ppm	53/264	0,02 - 0,13	0,04	0,03	0,03	1,65	0,09	1
K - %	264/264	0,01 - 0,79	0,13	0,11	0,11	2,12	0,45	5
La - ppm	264/264	1,4 - 58,5	14,97	9,21	9,21	1,92	45,51	3
Li - ppm	211/264	1 - 16	4,05	2,59	2,59	1,87	11,7	6
Lu - ppm	255/264	0,01 - 0,42	0,08	0,07	0,07	2,39	0,31	3
Mg - %	257/264	0,01 - 0,98	0,11	0,15	0,15	3,08	0,55	3
Mn - ppm	264/264	22 - 3418	380,12	330,80	330,80	2,30	1370,92	9
Mo - ppm	261/264	0,08 - 6,71	0,62	0,48	0,48	2,06	1,96	9
Na - %	141/264	0,01 - 0,25	0,03	0,03	0,03	1,82	0,07	4
Nb - ppm	263/264	0,31 - 16,15	2,93	2,70	2,70	2,13	9,77	13
Ni - ppm	264/264	1,6 - 57,6	10,75	9,32	9,32	2,28	39,98	3
P - ppm	225/264	51 - 1660	308,48	224,81	224,81	2,16	1074,93	2
Pb - ppm	264/264	1,7 - 13,8	5,36	2,27	2,27	1,53	11,41	6
Rb - ppm	264/264	1,8 - 79	10,92	10,09	10,09	2,05	35,24	8
Re - ppm	0/264	0 - 0	-	-	-	-	-	-
S - %	112/264	0,01 - 0,1	0,02	0,01	0,01	1,69	0,05	3
Sb - ppm	139/264	0,05 - 0,65	0,12	0,10	0,10	1,71	0,31	6
Sc - ppm	256/264	0,2 - 15,9	3,01	2,46	2,46	2,27	11,43	1
Se - ppm	14/264	1 - 2	1,29	0,52	0,52	1,38	2,33	0
Sn - ppm	254/264	0,3 - 24,7	1,93	2,71	2,71	2,19	6,12	11
Sr - ppm	263/264	1 - 185,9	22,73	22,83	22,83	2,81	112,6	2
Ta - ppm	264/264	0,05 - 4,42	0,42	0,58	0,58	2,48	1,55	11
Tb - ppm	264/264	0,02 - 1,36	0,28	0,19	0,19	2,04	0,91	3
Te - ppm	91/264	0,05 - 5,11	0,70	1,14	1,14	3,72	3,82	4
Th - ppm	264/264	0,4 - 22	4,30	3,34	3,34	1,92	12,63	11
Ti - %	127/264	0,01 - 0,22	0,03	0,02	0,02	2,03	0,1	2
Tl - ppm	217/264	0,02 - 1,52	0,15	0,19	0,19	2,38	0,57	9
U - ppm	263/264	0,05 - 3,08	0,44	0,28	0,28	1,96	1,35	4
V - ppm	264/264	3 - 75	16,92	9,76	9,76	1,75	44,63	4
W - ppm	156/264	0,1 - 8	1,08	1,57	1,57	3,07	5,17	6
Y - ppm	264/264	0,47 - 37,99	6,56	5,74	5,74	2,39	26,49	2
Yb - ppm	245/264	0,1 - 3	0,56	0,49	0,49	2,26	2,1	3
Zn - ppm	264/264	2 - 115	21,87	16,12	16,12	2,17	78,1	2
Zr - ppm	196/264	0,8 - 18,4	5,28	2,55	2,55	1,79	14,54	2

Tabela 6.3b - Sumário estatístico dos elementos da Folha Parnaguá.

FOLHA PARNAGUÁ								
Elementos	GD	AMPLITUDE	MÉDIA	MÉDIA	DE SMO	DE SMO	LIMIAR (MGxDG2)	ANOMALIAS
			ARIT.	GEOM.	ARIT.	GEOM.		
Ag - ppm	66/214	0,01 - 0,47	0,07	0,04	0,09	2,55	0,27	3
Al - %	214/214	0,12 - 2,54	0,55	0,45	0,39	1,86	1,55	7
As - ppm	72/214	1 - 16	2,86	2,13	2,64	2,07	9,15	1
Au - ppm	0/214	0 - 0	-	-	-	-	-	-
B - ppm	0/214	0 - 0	-	-	-	-	-	-
Ba - ppm	214/214	7 - 692	88,68	65,68	80,30	2,20	317,07	6
Be - ppm	205/214	0,1 - 2,9	0,51	0,40	0,43	1,97	1,57	8
Bi - ppm	147/214	0,02 - 0,31	0,08	0,06	0,05	1,79	0,2	6
Ca - %	212/214	0,01 - 0,73	0,14	0,09	0,14	2,63	0,6	5
Cd - ppm	162/214	0,01 - 0,19	0,03	0,03	0,03	1,93	0,1	6
Ce - ppm	214/214	5,74 - 237,65	40,43	33,56	28,79	1,83	112,17	7
Co - ppm	214/214	0,3 - 38,3	4,08	2,96	3,91	2,24	14,92	3
Cr - ppm	214/214	6 - 61	19,45	17,75	9,03	1,52	41,09	8
Cs - ppm	214/214	0,08 - 1,99	0,42	0,34	0,29	1,89	1,21	5
Cu - ppm	172/214	2 - 36,8	7,35	6,08	5,55	1,79	19,42	7
Fe - %	214/214	0,37 - 6,19	1,85	1,66	0,95	1,59	4,21	7
Ga - ppm	214/214	0,7 - 9,2	2,97	2,53	1,75	1,76	7,84	5
Ge - ppm	1/214	0,1 - 0,1	0,10	0,10	-	-	-	-
Hf - ppm	53/214	0,06 - 2,72	0,22	0,14	0,39	2,23	0,7	4
Hg - ppm	21/214	0,01 - 0,18	0,03	0,02	0,04	2,09	0,08	1
In - ppm	33/214	0,02 - 0,05	0,03	0,03	0,01	1,38	0,05	0
K - %	214/214	0,02 - 0,7	0,11	0,09	0,09	1,86	0,31	10
La - ppm	214/214	2,7 - 119,3	17,34	14,14	13,77	1,85	48,45	6
Li - ppm	102/214	1 - 14	3,03	2,35	2,52	1,99	9,31	4
Lu - ppm	214/214	0,01 - 0,38	0,08	0,07	0,06	1,86	0,24	7
Mg - %	207/214	0,01 - 0,51	0,08	0,05	0,09	2,56	0,33	10
Mn - ppm	214/214	45 - 1817	269,33	218,74	214,21	1,86	758,17	5
Mo - ppm	164/214	0,11 - 2,44	0,59	0,50	0,35	1,75	1,54	2
Na - %	86/214	0,01 - 0,04	0,02	0,01	0,01	1,54	0,03	3
Nb - ppm	185/214	0,06 - 7,97	1,32	0,89	1,32	2,55	5,8	4
Ni - ppm	214/214	0,9 - 32,5	6,37	5,20	4,91	1,83	17,44	11
P - ppm	176/214	50 - 2257	223,78	171,24	233,70	1,97	661,73	6
Pb - ppm	214/214	1,2 - 17,1	5,15	4,73	2,41	1,49	10,46	9
Rb - ppm	214/214	1,9 - 40,7	9,43	7,87	6,63	1,79	25,09	11
Re - ppm	0/214	0 - 0	-	-	-	-	-	-
S - %	70/214	0,01 - 0,05	0,02	0,02	0,01	1,57	0,04	1
Sb - ppm	112/214	0,05 - 0,29	0,10	0,09	0,05	1,52	0,22	5
Sc - ppm	187/214	0,1 - 16,9	3,05	2,44	2,21	2,01	9,89	2
Se - ppm	4/214	1 - 1	1,00	1,00	0,00	1,00	1	-
Sn - ppm	160/214	0,3 - 14,4	1,00	0,73	1,34	1,98	2,88	6
Sr - ppm	213/214	0,8 - 88,5	12,22	8,44	12,68	2,35	46,64	4
Ta - ppm	86/214	0,05 - 6,51	0,63	0,27	1,17	3,22	2,84	6
Tb - ppm	214/214	0,05 - 1,25	0,36	0,31	0,22	1,79	0,98	6
Te - ppm	19/214	0,07 - 1,54	0,42	0,26	0,43	2,68	1,88	0
Th - ppm	214/214	0,7 - 53,1	6,00	4,78	5,66	1,88	16,97	6
Ti - %	180/214	0,01 - 0,11	0,03	0,02	0,02	1,96	0,08	10
Tl - ppm	139/214	0,02 - 0,65	0,07	0,06	0,08	1,95	0,22	6
U - ppm	214/214	0,12 - 4,73	0,76	0,62	0,57	1,88	2,2	6
V - ppm	214/214	1 - 96	24,28	20,12	15,36	1,91	73,02	3
W - ppm	43/214	0,1 - 2,9	0,61	0,40	0,68	2,47	2,43	2
Y - ppm	214/214	1,12 - 33,31	7,75	6,48	5,05	1,83	21,61	5
Yb - ppm	213/214	0,1 - 2,7	0,63	0,53	0,40	1,78	1,68	9
Zn - ppm	214/214	2 - 78	17,59	13,82	14,23	1,97	53,67	12
Zr - ppm	163/214	0,7 - 28,6	4,77	3,54	3,95	2,20	17,14	1



Tabela 6.3c - Sumário estatístico dos elementos da Folha Rio Paraim.

FOLHA RIO PARAIM								
Elemento	GD	AMPLITUDE	MÉDIA ARIT.	MÉDIA GEOM.	DE SVMO ARIT.	DE SVMO GEOM.	LIMIAR (MGxDG2)	ANOMALIAS
Ag - ppm	104/264	0,01 - 0,89	0,17	0,10	0,18	3,21	1	0
Al - %	264/264	0,08 - 2,36	0,82	0,71	0,45	1,76	2,19	3
As - ppm	45/264	1 - 5	2,18	1,94	1,03	1,63	5,19	0
Au - ppm	0/264	0 - 0	-	-	-	-	-	0
B - ppm	0/264	0 - 0	-	-	-	-	-	0
Ba - ppm	262/264	12 - 311	90,34	73,39	55,54	1,99	290,75	2
Be - ppm	259/264	0,1 - 1,6	0,48	0,40	0,30	1,85	1,38	7
Bi - ppm	222/264	0,02 - 0,67	0,09	0,07	0,08	1,87	0,25	6
Ca - %	260/264	0,01 - 1,02	0,16	0,10	0,16	2,68	0,72	2
Cd - ppm	189/264	0,01 - 0,46	0,04	0,03	0,05	2,23	0,12	7
Ce - ppm	264/264	4,86 - 175,41	43,29	35,77	27,65	1,88	126,56	5
Co - ppm	264/264	0,3 - 31,3	4,98	3,50	4,53	2,36	19,48	3
Cr - ppm	264/264	3 - 113	24,03	21,18	13,87	1,64	56,88	12
Cs - ppm	262/264	0,09 - 2,75	0,47	0,39	0,32	1,86	1,35	5
Cu - ppm	264/264	1,3 - 72,5	11,80	9,30	8,83	2,02	37,89	5
Fe - %	264/264	0,41 - 9,25	2,22	1,97	1,13	1,67	5,45	3
Ga - ppm	264/264	0,4 - 12,4	3,93	3,41	2,09	1,74	10,27	3
Ge - ppm	10/264	0,1 - 0,2	0,13	0,12	0,05	1,40	0,24	0
Hf - ppm	50/264	0,05 - 2,42	0,37	0,18	0,53	3,14	1,76	2
Hg - ppm	41/264	0,01 - 0,41	0,05	0,02	0,08	2,64	0,16	4
In - ppm	84/264	0,02 - 0,06	0,03	0,03	0,01	1,34	0,05	2
K - %	264/264	0,02 - 0,97	0,16	0,13	0,13	1,99	0,5	7
La - ppm	264/264	2 - 70,4	19,23	15,76	12,71	1,91	57,31	5
Li - ppm	199/264	1 - 19	3,54	2,85	2,58	1,92	10,54	6
Lu - ppm	257/264	0,01 - 0,46	0,10	0,07	0,08	2,46	0,41	1
Mg - %	253/264	0,01 - 0,76	0,10	0,06	0,12	2,81	0,46	6
Mn - ppm	264/264	12 - 3218	377,14	278,35	393,82	2,11	1244,88	7
Mo - ppm	264/264	0,13 - 9,03	0,63	0,49	0,82	1,89	1,74	6
Na - %	188/264	0,01 - 0,16	0,03	0,02	0,03	1,96	0,09	4
Nb - ppm	259/264	0,15 - 14,27	2,06	1,45	1,98	2,30	7,66	6
Ni - ppm	264/264	0,9 - 53	8,92	7,09	6,68	1,97	27,65	6
P - ppm	245/264	52 - 2570	272,49	203,65	277,85	2,07	873,78	4
Pb - ppm	264/264	1,8 - 21,6	6,49	5,96	2,83	1,51	13,57	5
Rb - ppm	264/264	1,2 - 59,9	13,56	10,79	10,54	1,95	41,05	12
Re - ppm	0/264	0 - 0	-	-	-	-	-	-
S - %	98/264	0,01 - 0,12	0,02	0,02	0,02	1,74	0,05	3
Sb - ppm	88/264	0,05 - 0,28	0,10	0,09	0,04	1,47	0,19	2
Sc - ppm	264/264	0,4 - 18,5	3,73	3,12	2,39	1,84	10,56	2
Se - ppm	7/264	1 - 1	1,00	1,00	0,00	1,00	1	-
Sn - ppm	179/264	0,3 - 8,9	1,04	0,75	1,29	1,99	2,98	9
Sr - ppm	259/264	0,8 - 100,7	18,35	12,02	17,47	2,68	86,09	2
Ta - ppm	225/264	0,05 - 5,72	0,38	0,19	0,75	2,78	1,43	12
Tb - ppm	264/264	0,03 - 1,46	0,32	0,25	0,24	2,03	1,05	3
Te - ppm	32/264	0,05 - 3,14	0,50	0,28	0,62	3,05	2,59	1
Th - ppm	264/264	1,1 - 19,5	5,22	4,48	3,07	1,74	13,58	6
Ti - %	181/264	0,01 - 0,25	0,04	0,03	0,04	2,10	0,13	5
Tl - ppm	230/264	0,02 - 0,85	0,10	0,07	0,11	2,13	0,31	9
U - ppm	264/264	0,1 - 2,89	0,66	0,52	0,47	1,98	2,04	4
V - ppm	264/264	4 - 86	21,35	17,99	13,76	1,79	57,59	9
W - ppm	51/264	0,1 - 4,4	0,96	0,54	1,08	3,07	5,1	0
Y - ppm	264/264	0,81 - 40,64	7,92	5,42	7,00	2,48	33,21	1
Yb - ppm	253/264	0,1 - 3,5	0,71	0,51	0,60	2,35	2,8	1
Zn - ppm	262/264	1 - 92	19,47	16,01	13,25	1,89	57	5
Zr - ppm	211/264	0,6 - 31,6	4,38	3,56	3,46	1,89	12,7	4

Algumas conceituações são necessárias para o entendimento das tabelas:

- GD – Grau de Detecção – Razão entre o número de amostras com valores não qualificados (sem “ > maior que” e “ < menor que” e o total de amostras analisadas.
- Limiar – Valor acima do qual a amostra é anômala:
- Pode ser calculado estatisticamente (média geométrica dos valores multiplicado pelo desvio geométrico ao quadrado, no caso de distribuição lognormal).
- Pode ser calculado também graficamente (através do box-whisker).
- Pode ser estabelecido por meio de serviços de orientação geoquímica em ocorrências conhecidas.

### 6.3.4 - Tipos de distribuição (Box-Whiskers)

Foram elaborados *box-plots* para os elementos selecionados de cada folha agrupados por similaridade na amplitude, os quais são apresentados a seguir.

#### 6.3.4.1 - Folha Mansidão

Figuras 6.2 (a, b, c, d, e, f, g) - Box-whiskers – Folha Mansidão.

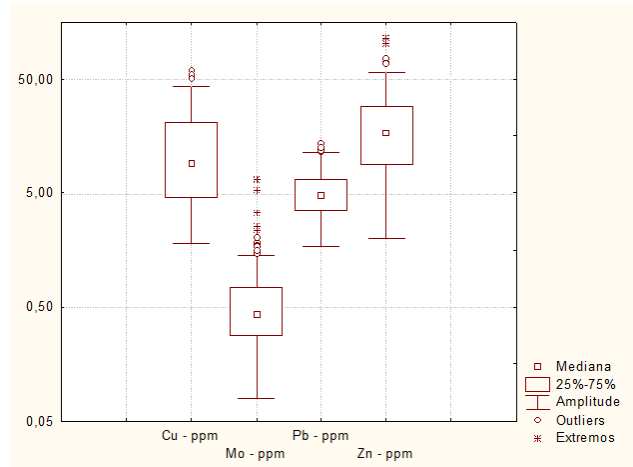


Figura 6.2c - Box-whiskers – Folha Mansidão.

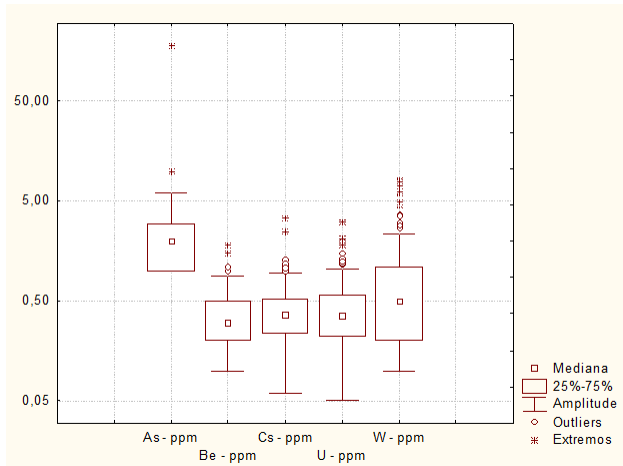


Figura 6.2a - Box-whiskers – Folha Mansidão.

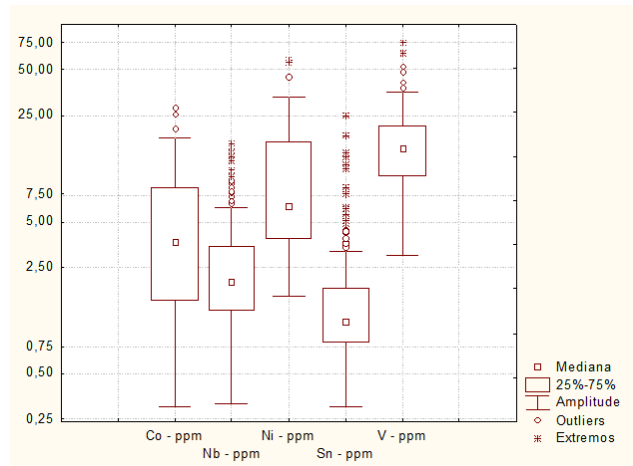


Figura 6.2d - Box-whiskers – Folha Mansidão.

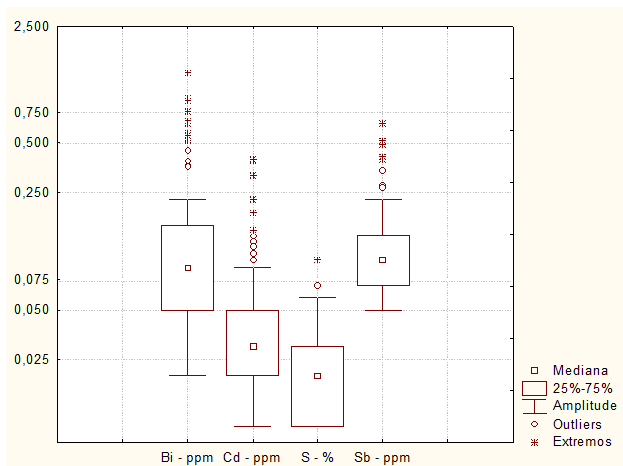


Figura 6.2b - Box-whiskers – Folha Mansidão.

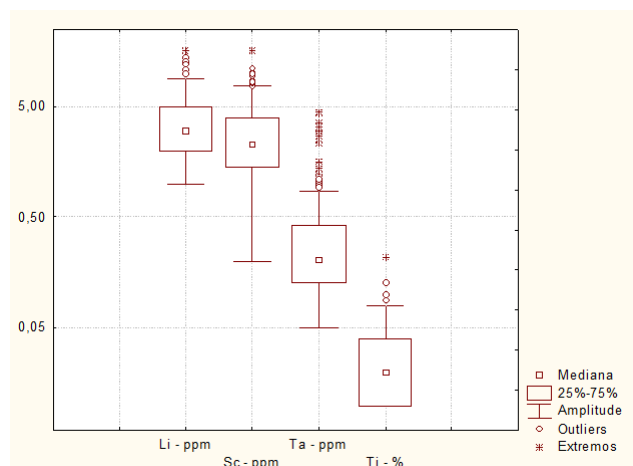


Figura 6.2e - Box-whiskers – Folha Mansidão.

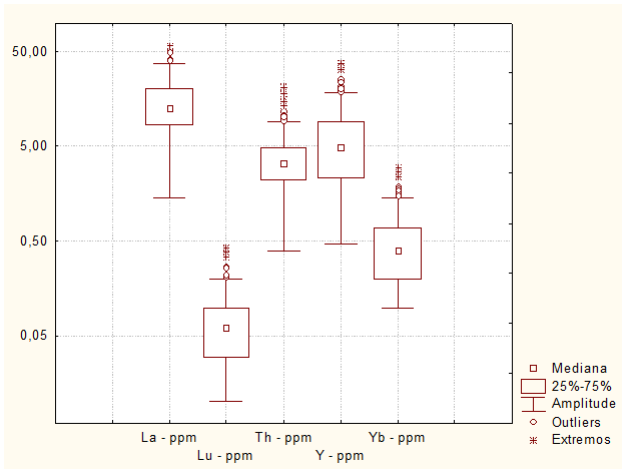


Figura 6.2f - Box-whiskers – Folha Mansidão.

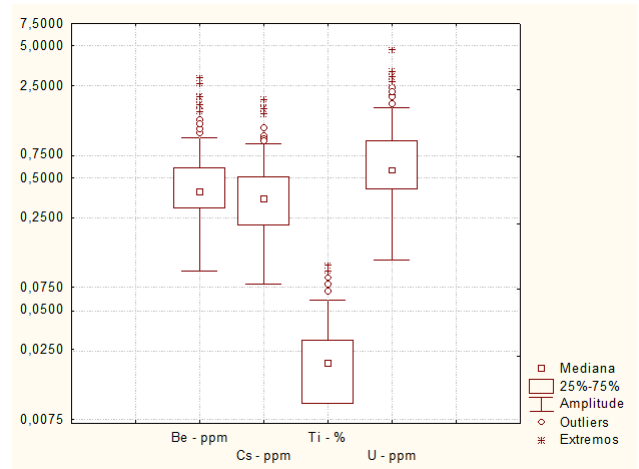


Figura 6.3b - Box-whiskers – Folha Parnaguá.

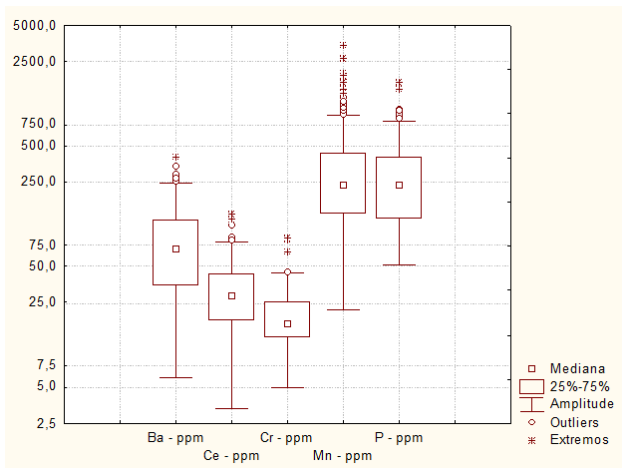


Figura 6.2g - Box-whiskers – Folha Mansidão.

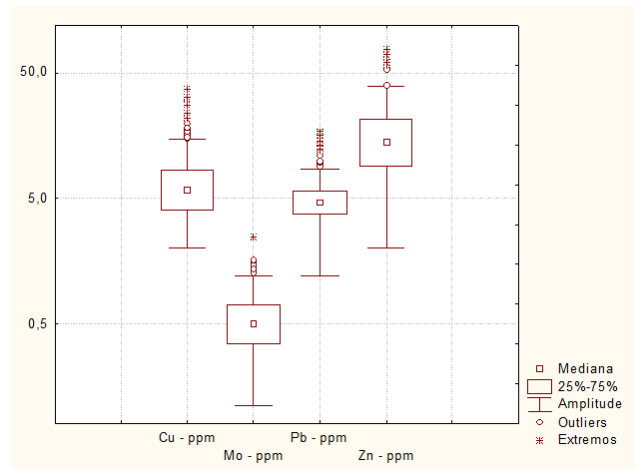


Figura 6.3c - Box-whiskers – Folha Parnaguá.

### 6.3.4.2 - Folha Parnaguá

Figuras 6.3 (a, b, c, d, e, f, g).

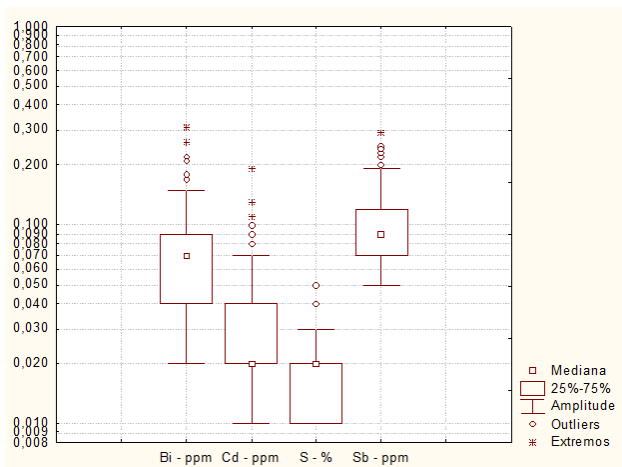


Figura 6.3a - Box-whiskers – Folha Parnaguá.

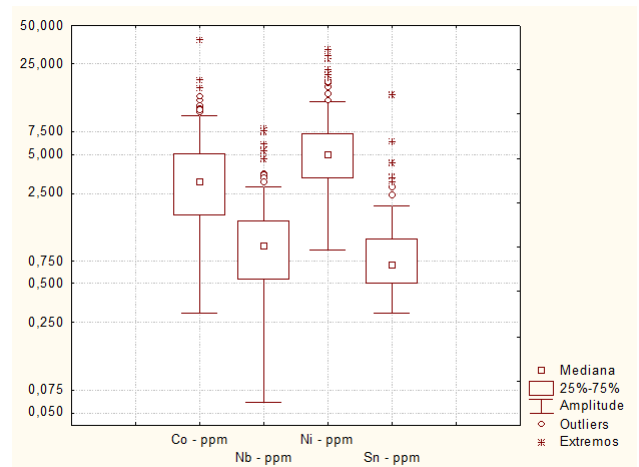


Figura 6.3d - Box-whiskers – Folha Parnaguá.



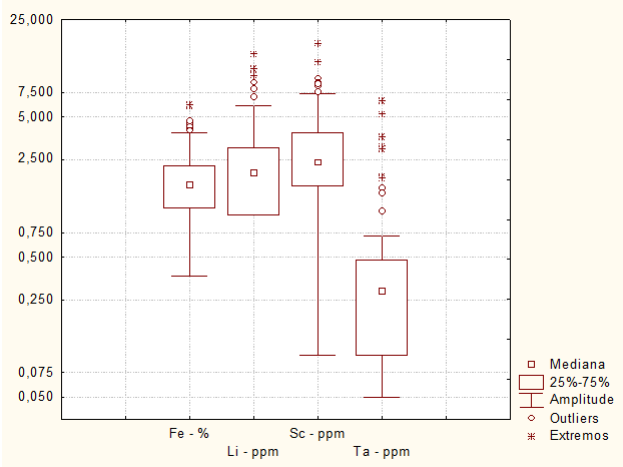


Figura 6.3e - Box-whiskers – Folha Parnaguá.

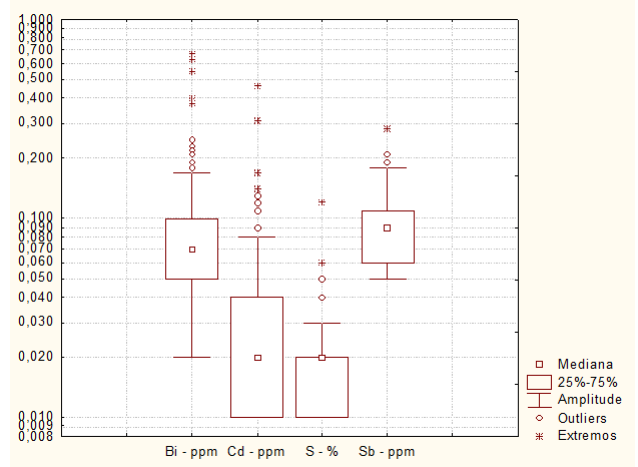


Figura 6.4a - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

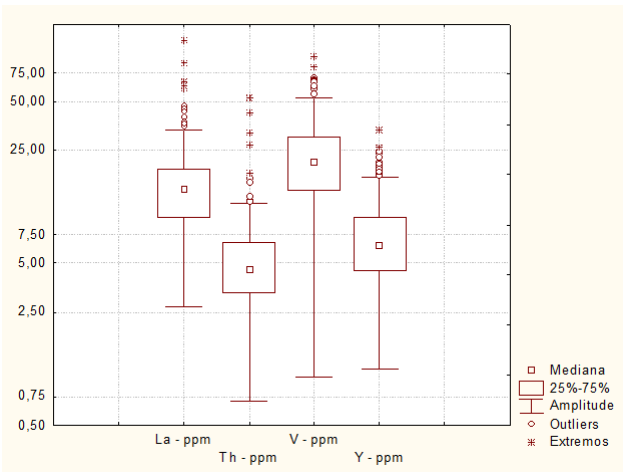


Figura 6.3f - Box-whiskers – Folha Parnaguá.

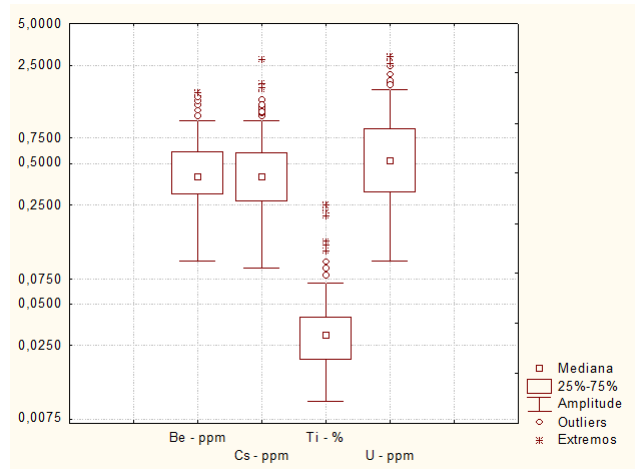


Figura 6.4b - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

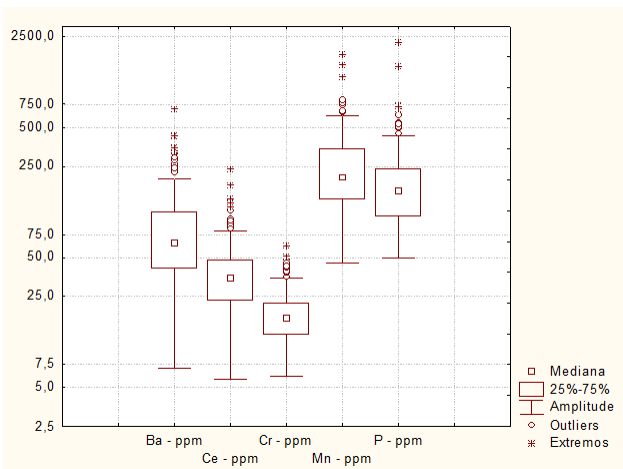


Figura 6.3g - Box-whiskers – Folha Parnaguá.

### 6.3.4.3 - Folha Rio Paraim

Figuras 6.4 (a, b, c, d, e, f, g, h).

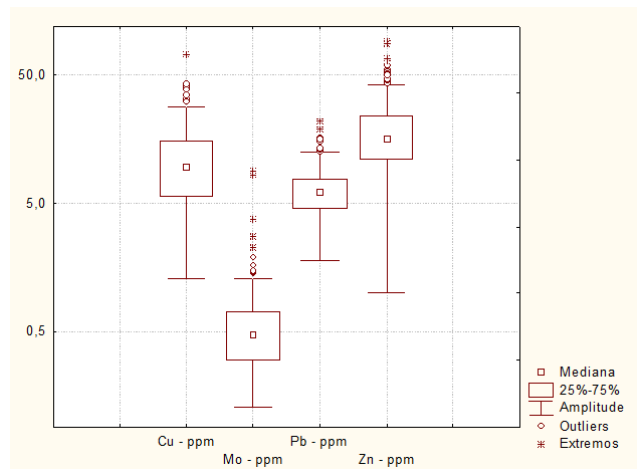


Figura 6.4c - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

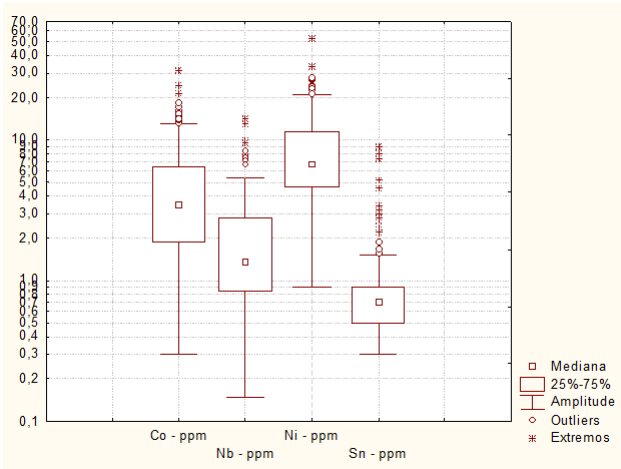


Figura 6.4d - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

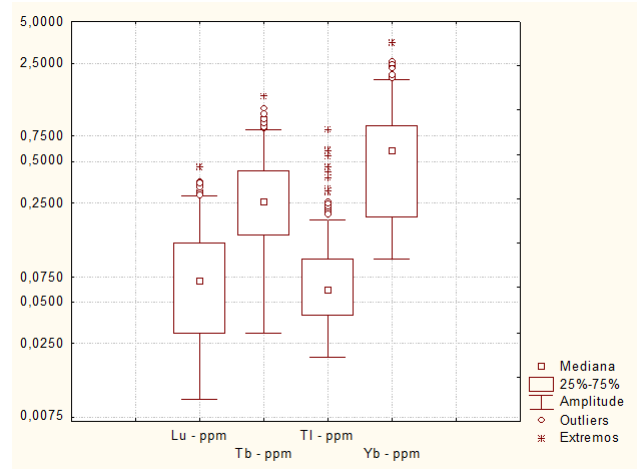


Figura 6.4g - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

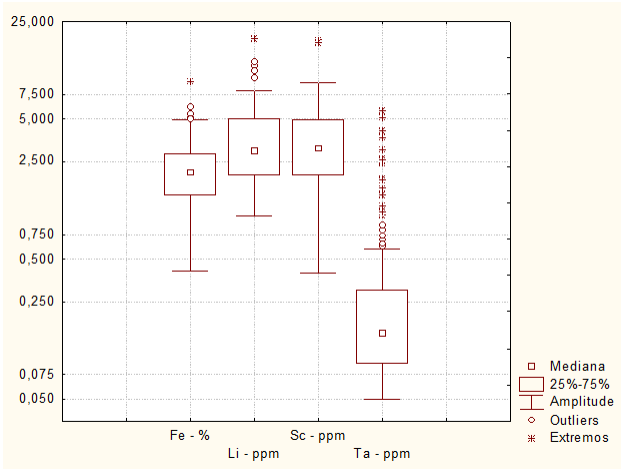


Figura 6.4e - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

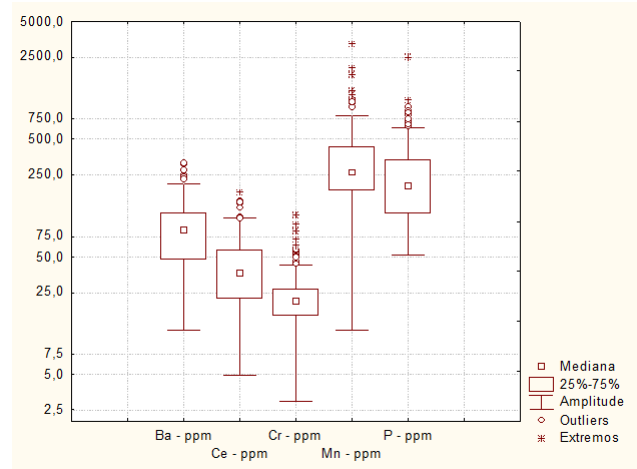


Figura 6.4h - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

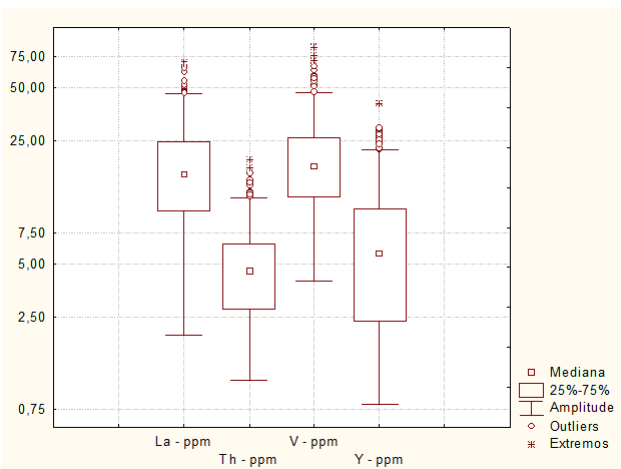


Figura 6.4f - Box-whiskers – Folha Rio Paraim.

### 6.3.5 - Correlações e agrupamentos

Para cada uma das folhas analisadas foram elaborados gráficos de correlação entre os principais elementos selecionados (figuras 6.5a a 6.5c).

Também para cada uma das folhas foram elaborados dendrogramas (análise de agrupamentos) para aqueles elementos que melhor se correlacionaram nos gráficos de correlação (figuras 6.6a a 6.6c).

### 6.3.6 - Distribuição dos elementos e estabelecimento das anomalias

O estabelecimento dos valores limiares nos sedimentos de corrente foi baseado, na maioria das

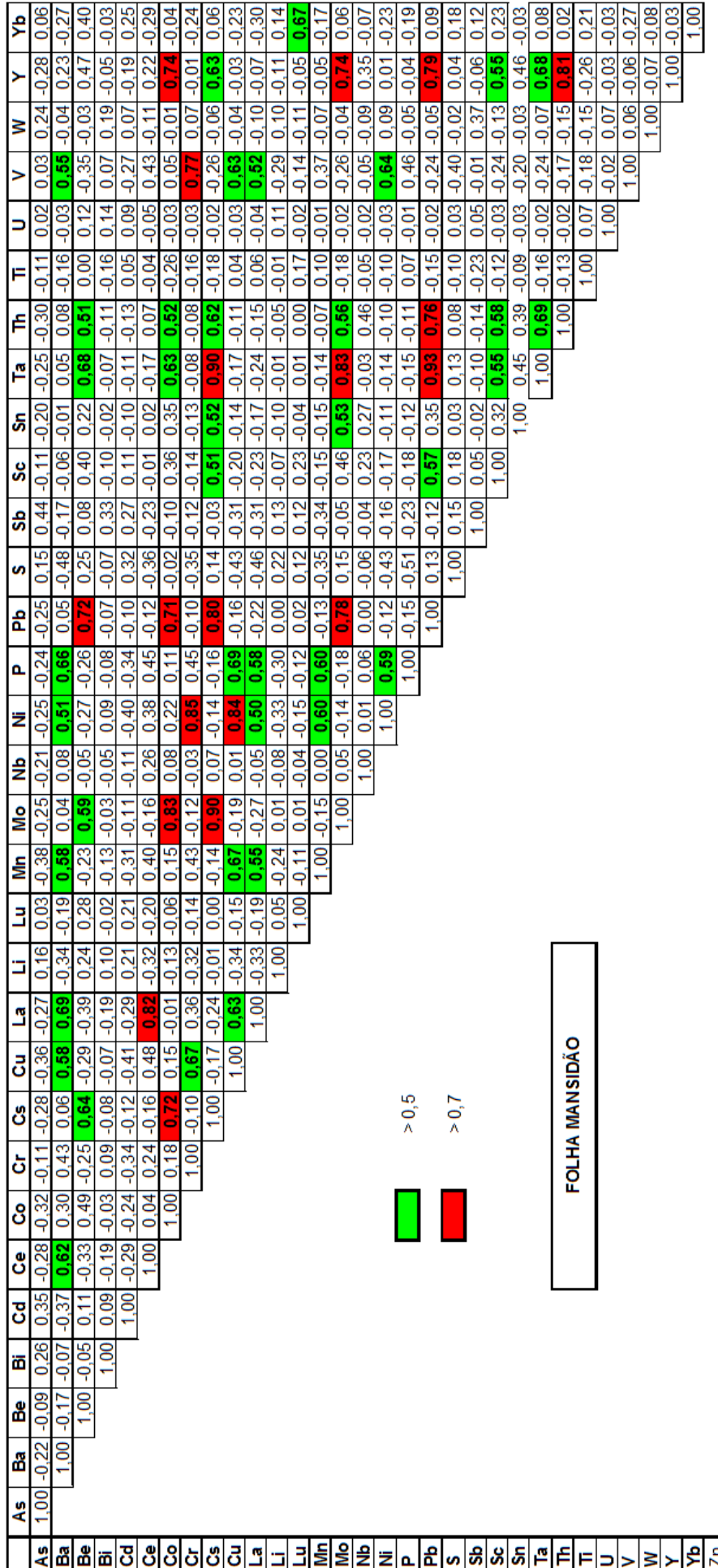




Figura 6.5a – Gráfico de correlação da Folha Mansidão (valores acima de 0,7 foram considerados significativos).



	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sn	Ta	Th	Ti	U	V	Y	Zn
Ba	1,00	-0,15	-0,03	-0,35	0,40	<b>0,80</b>	<b>0,54</b>	0,29	-0,09	<b>0,66</b>	0,35	-0,41	<b>0,58</b>	-0,03	-0,15	<b>0,75</b>	<b>0,66</b>	<b>0,70</b>	-0,45	-0,13	-0,16	-0,11	-0,02	0,05	-0,09	0,22	<b>0,50</b>	<b>0,66</b>	<b>0,78</b>
Be	1,00	1,00	0,21	0,09	-0,15	-0,14	-0,13	-0,12	0,24	-0,11	-0,13	0,19	-0,07	0,21	0,12	-0,12	-0,08	-0,11	0,14	0,12	0,19	-0,07	0,12	-0,06	0,10	-0,12	-0,17	-0,17	-0,12
Bi	1,00	1,00	1,00	0,09	0,05	-0,09	-0,10	-0,38	0,70	-0,15	0,11	0,10	-0,06	<b>0,79</b>	<b>0,53</b>	-0,09	-0,11	-0,15	0,23	0,12	<b>0,55</b>	0,01	<b>0,50</b>	0,05	0,06	-0,10	-0,26	-0,16	-0,02
Cd	1,00	1,00	1,00	1,00	-0,07	-0,32	-0,23	-0,09	0,09	-0,23	-0,04	0,34	-0,32	0,07	0,15	-0,34	-0,21	-0,33	0,28	0,00	0,10	0,07	0,02	0,16	-0,04	0,02	-0,23	-0,35	-0,37
Ce	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,26	0,20	0,11	0,11	0,26	<b>0,98</b>	-0,15	0,24	0,15	0,13	0,25	0,26	0,32	-0,14	-0,15	0,14	-0,22	0,02	<b>0,81</b>	-0,15	<b>0,74</b>	0,20	<b>0,66</b>	0,30
Co	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<b>0,63</b>	0,23	-0,10	<b>0,70</b>	0,19	-0,47	<b>0,64</b>	-0,13	-0,18	<b>0,86</b>	<b>0,48</b>	<b>0,61</b>	-0,31	-0,14	-0,17	-0,09	-0,09	0,06	-0,21	0,26	<b>0,59</b>	<b>0,50</b>	<b>0,69</b>
Cr	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,35	-0,18	<b>0,83</b>	0,14	-0,46	-0,17	-0,25	<b>0,76</b>	<b>0,56</b>	<b>0,55</b>	-0,35	-0,18	-0,23	-0,12	-0,12	0,05	-0,31	0,21	<b>0,86</b>	<b>0,51</b>	<b>0,69</b>
Cs	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-0,24	0,46	0,06	-0,26	0,14	-0,26	-0,22	0,30	0,40	-0,23	-0,45	-0,19	-0,30	-0,28	0,08	-0,08	0,33	0,49	0,45	0,30
Cu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-0,15	0,14	0,13	-0,11	<b>0,89</b>	<b>0,63</b>	-0,06	-0,15	-0,02	0,25	-0,06	<b>0,73</b>	0,35	0,24	0,07	0,09	0,24	-0,14	-0,12
Fe	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,21	-0,45	<b>0,55</b>	-0,11	-0,21	<b>0,71</b>	<b>0,68</b>	-0,33	-0,34	-0,21	-0,31	-0,25	0,07	-0,29	0,30	<b>0,82</b>	<b>0,56</b>	<b>0,71</b>
La	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Li	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mn	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Nb	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ni	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pb	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
S	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sb	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sn	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Th	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ti	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
U	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
V	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Y	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Zn	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

 > 0,5  
 > 0,7

FOLHA PARNAGUÁ

Figura 6.5b – Gráfico de correlação da Folha Parnaguá (valores acima de 0,7 foram considerados significativos).

	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	La	Li	Lu	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sn	Ta	Tb	Th	Ti	Tl	U	V	Y	Yb	Zn
Ba	1,00	-0,08	0,01	-0,47	<b>0,71</b>	<b>0,65</b>	<b>0,56</b>	-0,10	<b>0,63</b>	<b>0,58</b>	<b>0,73</b>	-0,43	-0,17	0,42	0,22	0,00	<b>0,67</b>	<b>0,61</b>	0,49	-0,48	-0,19	<b>0,61</b>	-0,21	-0,29	<b>0,69</b>	<b>0,53</b>	-0,02	-0,22	<b>0,56</b>	<b>0,50</b>	<b>0,68</b>	-0,21	
Be	1,00	0,02	0,21	-0,16	-0,12	-0,16	-0,12	0,31	-0,14	-0,15	-0,16	0,23	0,15	-0,10	-0,06	0,17	-0,12	-0,08	-0,16	0,10	0,10	-0,14	0,08	0,17	-0,13	-0,14	0,02	0,27	-0,13	-0,12	-0,11	0,10	
Bi	1,00	0,07	0,15	0,10	0,10	0,08	0,07	0,12	-0,08	0,20	0,23	-0,01	-0,14	-0,12	-0,05	0,05	0,05	-0,10	-0,05	0,12	0,26	-0,03	0,21	0,10	0,10	0,13	-0,23	0,05	-0,05	0,06	0,17	-0,03	
Cd	1,00	-0,34	-0,34	-0,26	0,14	-0,37	-0,34	-0,36	0,39	0,10	-0,30	-0,36	0,39	0,10	-0,30	-0,18	-0,06	-0,37	-0,30	-0,22	0,40	0,18	-0,23	0,26	-0,33	-0,27	-0,03	0,21	-0,32	-0,22	-0,33	0,15	
Ce	1,00	<b>0,71</b>	<b>0,67</b>	-0,07	<b>0,60</b>	0,48	<b>0,97</b>	-0,44	-0,17	0,28	0,19	-0,06	0,28	0,19	-0,06	0,72	0,28	<b>0,69</b>	-0,30	-0,09	<b>0,73</b>	-0,18	-0,28	<b>0,93</b>	<b>0,71</b>	-0,19	-0,26	<b>0,68</b>	<b>0,67</b>	<b>0,89</b>	-0,20		
Co	1,00	<b>0,74</b>	-0,07	<b>0,76</b>	<b>0,63</b>	<b>0,67</b>	-0,34	-0,14	<b>0,58</b>	0,28	-0,03	<b>0,90</b>	0,35	<b>0,62</b>	-0,30	-0,25	<b>0,64</b>	-0,10	-0,23	<b>0,65</b>	<b>0,59</b>	<b>0,64</b>	-0,10	-0,23	<b>0,65</b>	<b>0,59</b>	-0,25	-0,20	<b>0,60</b>	<b>0,64</b>	<b>0,71</b>	-0,16	
Cr	1,00	-0,11	<b>0,60</b>	<b>0,63</b>	<b>0,64</b>	-0,28	-0,14	0,24	0,23	-0,02	<b>0,85</b>	0,29	<b>0,64</b>	-0,35	-0,26	<b>0,72</b>	-0,20	-0,18	<b>0,61</b>	<b>0,62</b>	-0,26	-0,20	<b>0,51</b>	<b>0,80</b>	<b>0,64</b>	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16		
Cs	1,00	-0,09	-0,12	-0,07	0,14	-0,02	-0,06	-0,05	-0,02	-0,09	-0,04	-0,11	0,06	0,05	-0,09	0,12	0,08	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,06	0,22	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08		
Cu	1,00	<b>0,70</b>	<b>0,56</b>	-0,37	-0,12	<b>0,61</b>	<b>0,52</b>	0,02	<b>0,77</b>	0,47	0,48	-0,39	-0,41	<b>0,69</b>	-0,15	-0,22	<b>0,57</b>	0,47	0,01	-0,21	<b>0,60</b>	<b>0,69</b>	<b>0,55</b>	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15		
Fe	1,00	0,46	-0,28	-0,12	0,44	0,37	0,02	<b>0,65</b>	0,43	0,37	-0,42	-0,47	<b>0,63</b>	-0,25	-0,23	0,42	0,43	0,03	-0,21	0,41	<b>0,63</b>	0,39	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16		
La	1,00	-0,41	-0,15	0,23	0,14	-0,04	<b>0,68</b>	0,28	<b>0,65</b>	-0,33	-0,08	<b>0,66</b>	-0,15	-0,28	<b>0,92</b>	<b>0,71</b>	-0,20	-0,25	<b>0,67</b>	<b>0,61</b>	<b>0,90</b>	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18		
Li	1,00	0,29	-0,19	-0,11	0,14	-0,34	-0,22	-0,38	0,17	0,09	-0,35	0,18	0,22	-0,39	-0,35	0,05	0,38	-0,40	-0,31	-0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36		
Lu	1,00	-0,10	-0,06	0,31	-0,14	-0,14	-0,05	-0,22	0,03	0,02	-0,18	0,09	0,06	-0,17	-0,15	0,09	0,22	-0,16	-0,18	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16		
Li	1,00	0,45	-0,04	0,43	0,42	0,22	-0,28	-0,31	0,29	-0,09	-0,13	0,27	0,17	0,00	-0,15	0,33	0,31	0,29	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12		
Mn	1,00	-0,01	0,30	0,15	0,12	-0,10	-0,36	0,35	-0,14	-0,13	0,18	0,19	0,03	-0,12	0,42	0,46	0,16	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07		
Mo	1,00	0,01	0,04	-0,10	-0,10	-0,18	-0,06	0,17	0,22	-0,05	-0,04	0,17	0,26	-0,03	-0,06	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23		
Nb	1,00	0,35	<b>0,66</b>	-0,37	-0,27	<b>0,68</b>	-0,12	-0,24	<b>0,68</b>	<b>0,61</b>	-0,20	-0,19	<b>0,61</b>	<b>0,67</b>	<b>0,71</b>	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16		
Ni	1,00	0,16	-0,51	-0,27	0,22	0,00	-0,12	0,26	0,16	0,26	0,16	0,25	-0,15	0,29	0,22	0,24	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06		
P	1,00	-0,26	-0,15	<b>0,57</b>	-0,28	-0,14	<b>0,65</b>	<b>0,60</b>	-0,24	-0,22	<b>0,62</b>	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22		
Pb	1,00	0,30	-0,26	0,07	0,14	-0,28	-0,19	0,19	0,11	-0,22	-0,25	-0,26	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		
S	1,00	-0,28	0,15	0,04	-0,05	-0,23	-0,20	0,13	-0,25	-0,27	-0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		
Sb	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00	-0,35	-0,25	1,00		
Sc	1,00	-0,18	-0,21	<b>0,69</b>	<b>0,62</b>	<b>0,97</b>	-0,19	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12		
Sn	1,00	-0,18	-0,21	<b>0,69</b>	<b>0,62</b>	<b>0,97</b>	-0,19	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12		
Ta	1,00	-0,27	-0,27	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22		
Tb	1,00	-0,27	-0,27	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22	0,04	0,19	-0,23	-0,22		
Th	1,00	-0,30	-0,27	<b>0,73</b>	<b>0,63</b>	<b>0,67</b>	-0,19	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,22	-0,28	-0,12		
Ti	1,00	-0,02	-0,19	-0,22	-0,35	0,09	1,00	-0,02	-0,19	-0,22	-0,35	0,09	1,00	-0,02	-0,19	-0,22	-0,35	0,09	1,00	-0,02	-0,19	-0,22	-0,35	0,09	1,00	-0,02	-0,19	-0,22	-0,35	0,09	1,00		
Tl	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00		
U	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00		
V	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00		
Y	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00		
Yb	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00		
Zn	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00	-0,28	-0,23	-0,18	0,14	1,00		

> 0,5  
> 0,7

FOLHA RIO PARAÍM

Figura 6.5c – Gráfico de correlação da Folha Rio Paraím (valores acima de 0,7 foram considerados significativos).

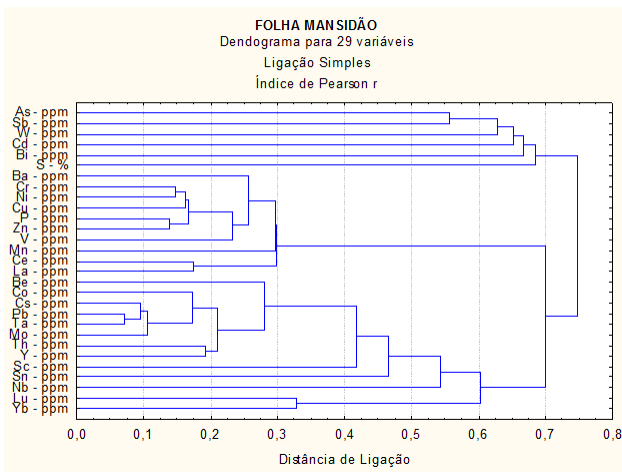


Figura 6.6a – Dendrograma da Folha Mansidão.

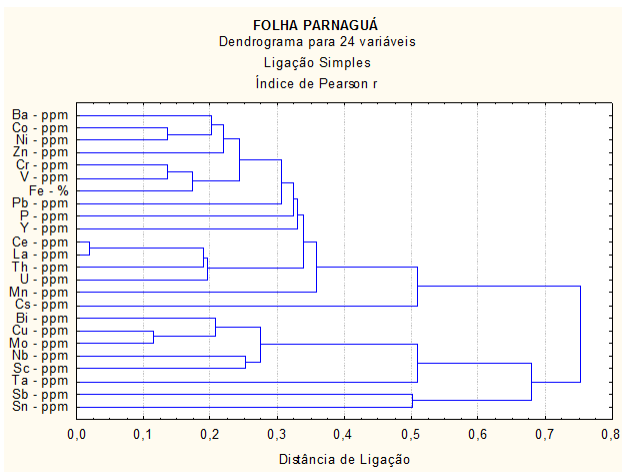


Figura 6.6b – Dendrograma da Folha Parnaguá.

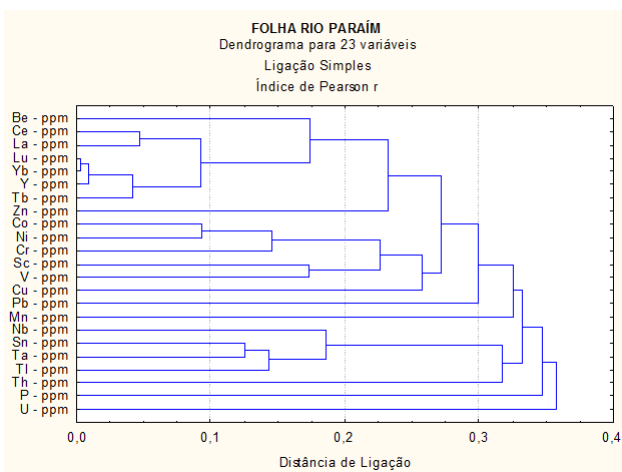


Figura 6.6c – Dendrograma da Folha Rio Paraim.

vezes, numa análise estatística simples: a média geométrica multiplicado pelo desvio geométrico ao quadrado. A média geométrica representa melhor os elementos traços, que normalmente possuem uma distribuição lognormal. Este tipo de cálculo de limiar

pode não ser a melhor maneira para determinar o elemento, porém devido ao elevado número de elementos e a exiguidade de tempo de disponibilizar as informações torna-o um método adequado as circunstâncias. Assim o retrabalhamento dos dados, para alguns elementos, não deve ser descartado. Foram elaborados para os elementos prioritariamente selecionados, Box-Whiskers, (figuras 6.2, 6.3 e 6.4), para ilustrar a distribuição dos elementos e verificar a compatibilidade dos limiares calculados com a forma de distribuição. Os limiares calculados pela média geométrica e desvio geométrico se mostraram bem aceitos nos Box-Whiskers, sempre situados na faixa dos outliers.

O estabelecimento das anomalias na tabela dos estimadores é importante para aqueles elementos considerados potencialmente mineralizantes (aqueles que possam gerar depósitos minerais) e seus elementos associados, baseados na expectativa metalogenética para a área. Para os demais elementos o estabelecimento das anomalias é um mero exercício estatístico, porém podendo auxiliar no estudo dos processos mineralizantes num estudo mais aprofundado.

Foram plotados todos os valores anômalos e interpretados prioritariamente aqueles associados a ocorrências minerais.

### 6.3.7 - Concentrados de bateia

Os dados analíticos de concentrados de bateia tiveram um tratamento específico diferente dos sedimentos de corrente. As amostras de concentrados de bateia foram analisadas para identificação mineralógica de minerais pesados de forma semiquantitativa. Apenas o ouro foi analisado por contagem de pintas.

Foram considerados neste trabalho apenas os minerais-minérios e associados mais importantes.

## 6.4 -MAPAS GEOQUÍMICOS

Os mapas (cartas) geoquímicos das folhas Mansidão, Parnaguá e Rio Paraim (figuras 6.7a, b e c) são consequências da compatibilização dos dados geoquímicos e mineralógicos com a base geológica e a perspectiva metalogenética da área. Na sua elaboração foram consideradas sobre uma base geológica simplificada, as anomalias geoquímicas dos sedimentos de corrente e os destaques mineralógicos da fração pesada dos concentrados de bateia.

Foram elaborados cartogramas dos cinco principais elementos analisados nas folhas, na escala 1:500.000. A interpretação será feita individualmente por folha.



#### 6.4.1 - Folha Mansidão

Algumas observações de cunho geoquímico metalogenético podem ser sintetizadas nesta folha.

1. Na extremidade noroeste da folha destacam-se ocorrências de manganês e grafita associadas a anomalias de Mn, P e S e a destaques mineralógicos de magnetita (concentração de 25-50% na bateia).
2. A leste da folha dentro da unidade Formação Serra do Boqueirão 2 destaca-se outra concentração de magnetita (concentração de 25-50% na bateia) associada a ocorrências de manganês e grafita.
3. Ao norte da folha dentro do Complexo Júlio Borges ocorrem destaques de cromita, florencita (fosfato de cério), ouro e anomalias de As, Cr e Terras Raras Ce, La, Th) sem associação com ocorrências minerais.
4. Na parte sudoeste da folha associados à Formação Serra da Mamona ocorrem concentrações de ilmenita superiores a 75% na bateia.
5. Na área de exposição do granitoide Mansidão ocorrem anomalias de Ta, Bi, Mo, Nb, W e Terras Raras sugerindo a vocação especializada do corpo.

#### 6.4.2 - Folha Parnaíba

Numa faixa que vai do centro-oeste até o sudeste da folha sobre o Complexo Cristalândia do Piauí ocorrem anomalias de Cu, Cr, Ni, Cd, Mn e outros elementos traços. Nesta mesma faixa destacam-se ocorrências de Cu, Fe, Mn e calcário e também destaques mineralógicos de calcopirita e florencita (fosfato de cério) nas bateias.

Na parte noroeste da folha existe uma concentração de anomalias de Ce, La, U e Th distribuídas sobre a Formação Poti da Bacia do Parnaíba.

#### 6.4.3 - Folha Rio Paraim

Foram elaborados cartogramas de Fe, Mn, Ti, Th e La que apresentaram as anomalias mais expressivas associadas a ocorrências minerais.

Existe uma compartimentação de anomalias de Ti: uma associada a anomalias de manganês e ocorrências de manganês no Grupo Rio Preto; outra mais expressiva associada a anomalias de Ta, Sn, Bi, V e Terras Raras dentro do Complexo Cristalândia do Piauí.

Diversos destaques mineralógicos de ouro ocorrem dispersos na unidade Grupo Rio Preto.

#### 6.5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nesta folha destacam-se algumas áreas merecem atenção especial.

1. A área noroeste da Folha Mansidão com anomalias de Mn e destaques de magnetita ampliando sobremaneira a área de ocorrências de manganês e grafita.
2. A Formação Serra do Boqueirão 2 na Folha Mansidão com suas ocorrências de manganês e grafita e destaques de magnetita na bateia.
3. O granitoide Mansidão merece um estudo mais detalhado da sua vocação metalogenética.

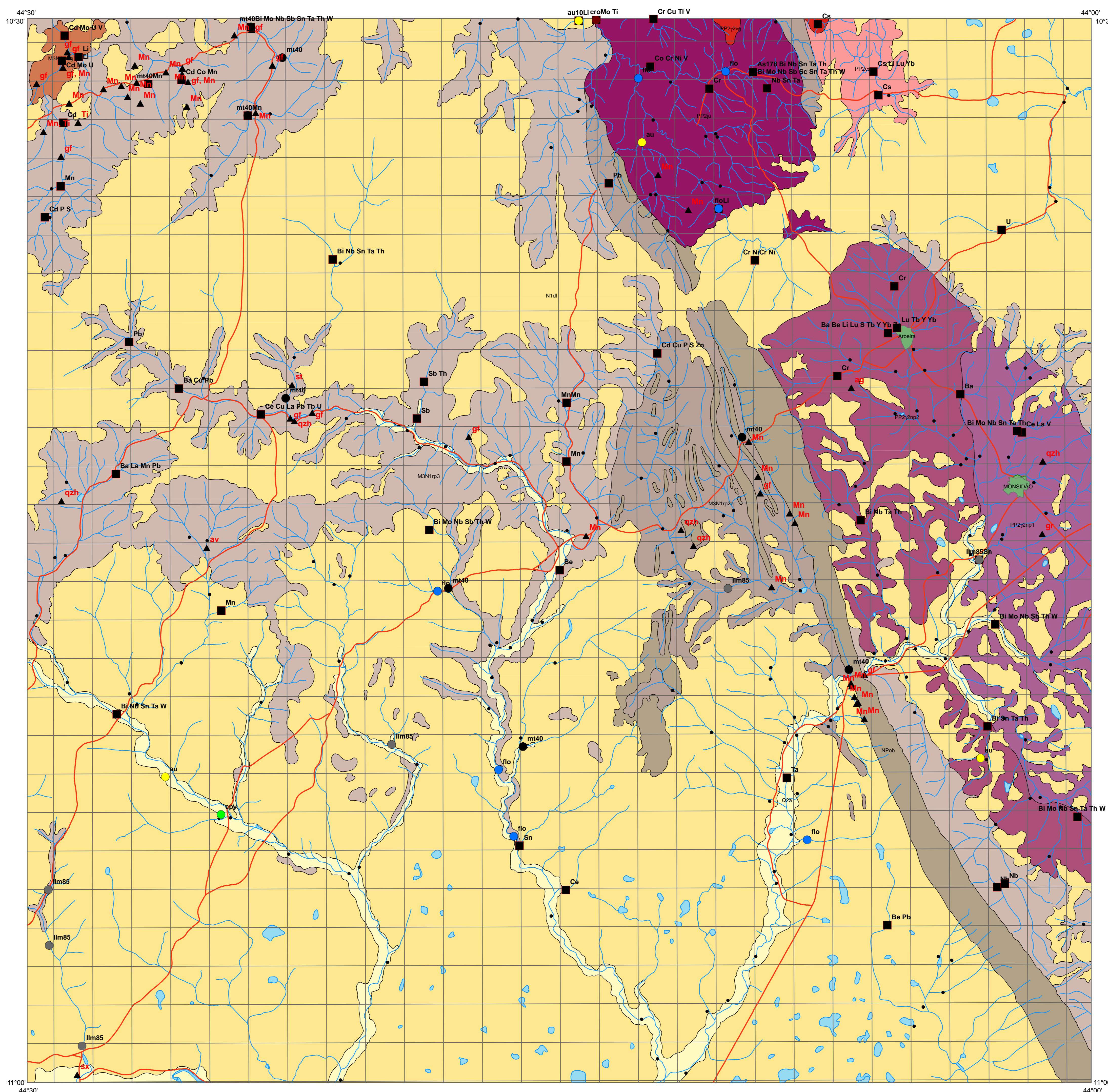
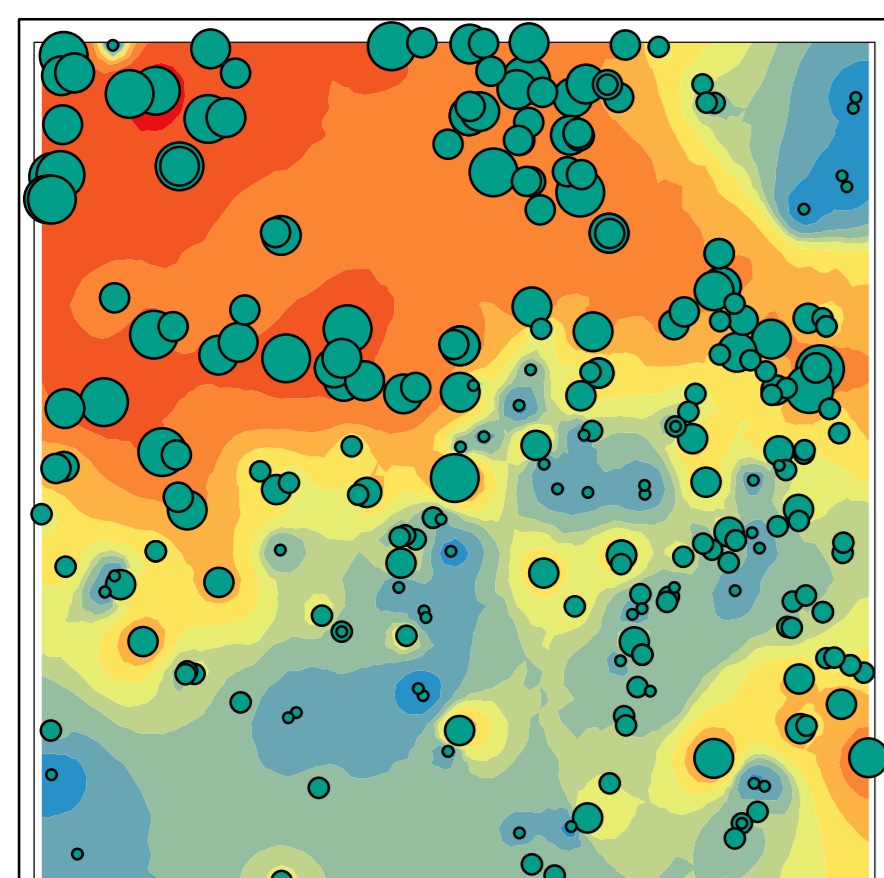
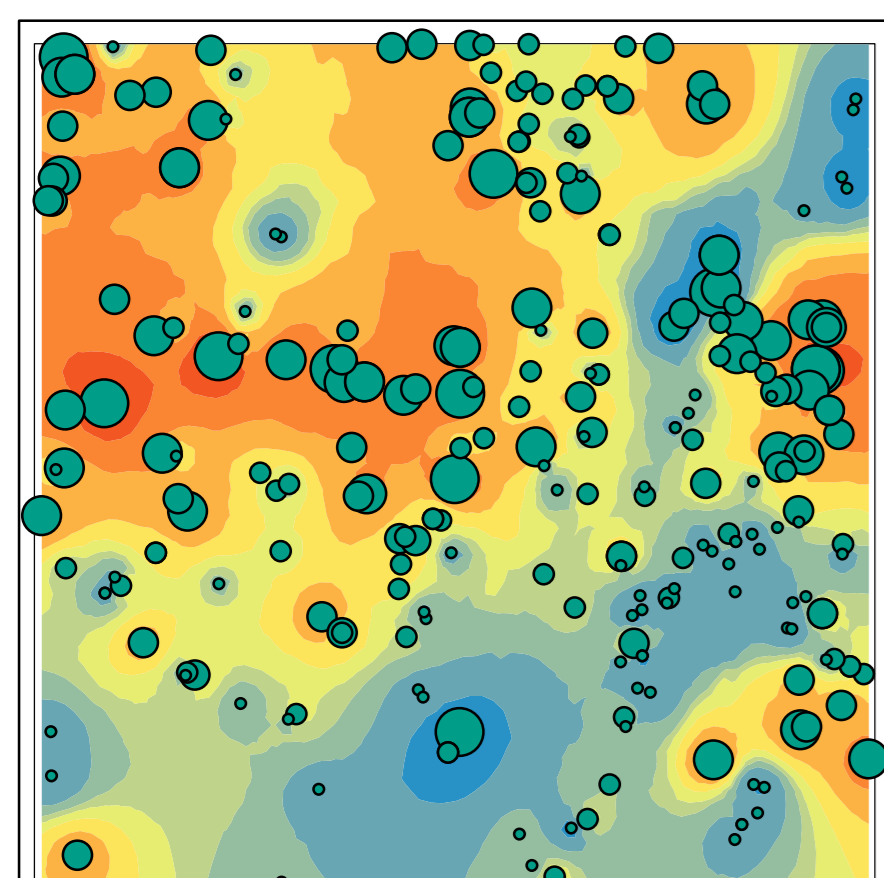
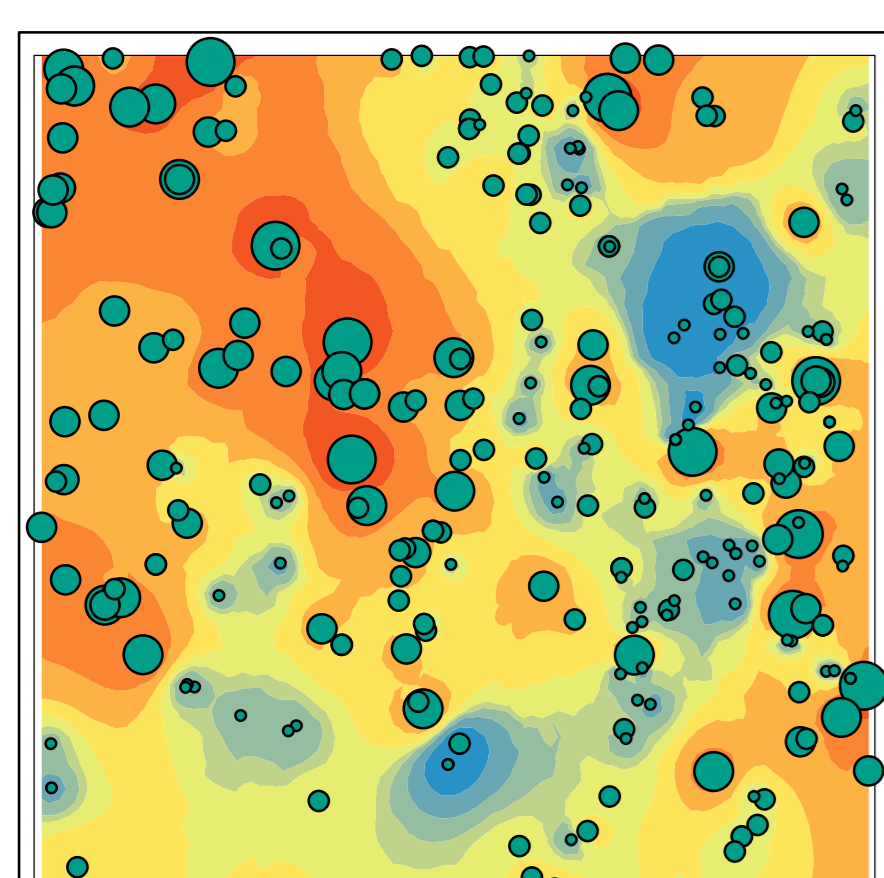
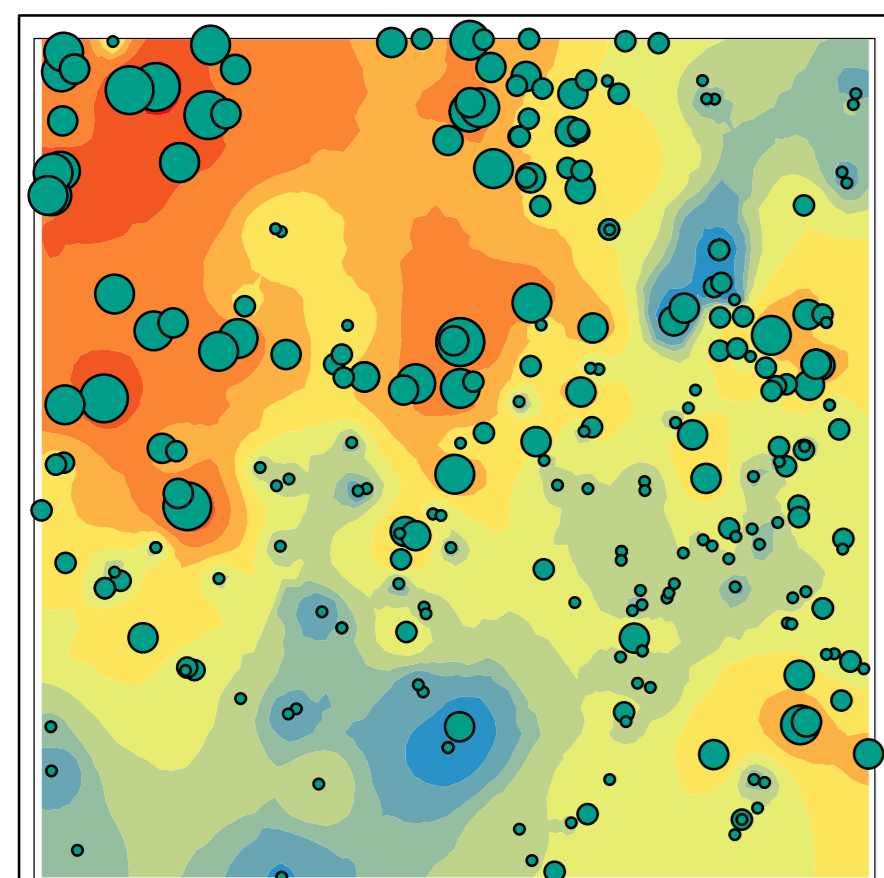
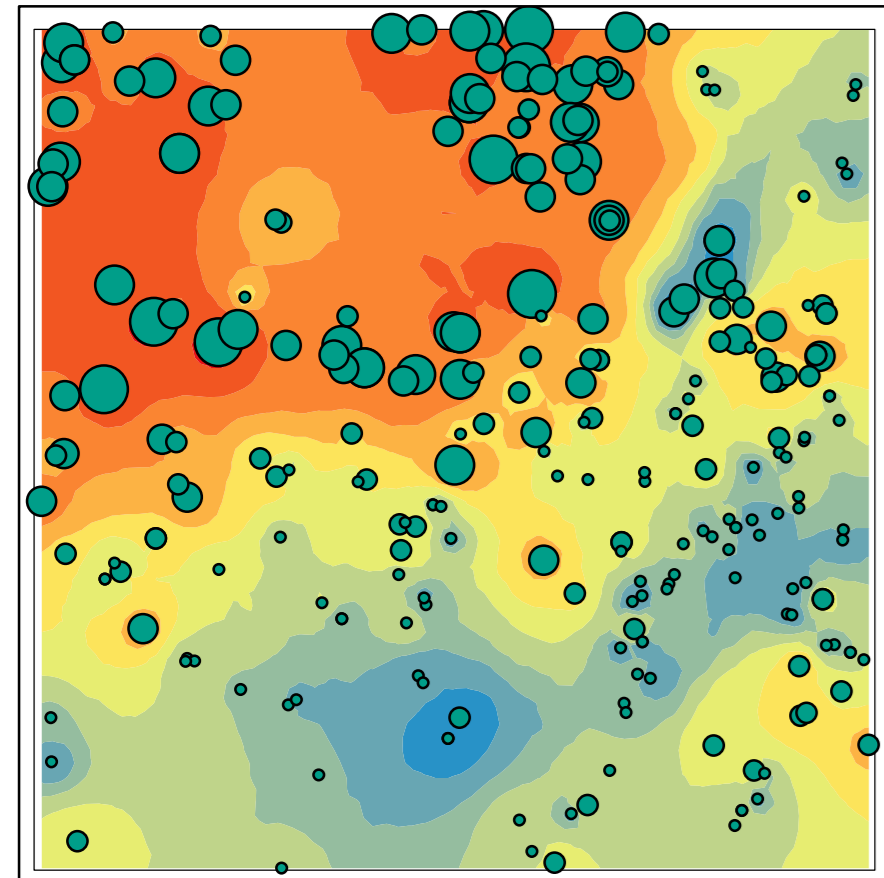
Uma recomendação importante para estas folhas e todas as outras que bordejam a sudeste a bacia do Parnaíba é o estudo conjunto das mesmas utilizando os dados de geoquímica, geofísica e geologia visando uma integração metalogenética da região. Ressalte-se que em determinadas folhas o levantamento geoquímico deverá ser complementado, pois em algumas delas o adensamento foi insuficiente.



CARTOGRAMAS  
DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE  
Distribuição graduada dos elementos sobre mapa de tendência de distribuição  
Escala 1:500.000

MANSIDÃO  
FOLHA SC-23-Z-A-V

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
CARTA GEOQUÍMICA - ESCALA 1:100.000



**UNIDADES GEOLÓGICAS**  
**CENÓZICO**  
Qza Depósitos aluvionares: sedimentos inconsolidados constituídos por seixos, areias finas a grossas, material silto-argiloso e restos de matéria orgânica.  
Nid Coberturas detrito-lásticas: sedimentos argilo-arenosos e argilo-siltosos, parcialmente laterizados, às vezes exibindo conchas fósseiras escuras a marrom-avermelhadas.

**PROVÍNCIA SÃO FRANCISCO**  
**MESOPROTEROZOICO-NEOPROTEROZOICO**  
**ESTENIANO - EDIACARANO**  
GRUPO SANTO ONÓFRE  
Npb Formação Serra do Bequimão 2: Predomínio de quartzitos com intercalações subordinadas de filitos e xistos. Os quartzitos possuem coloração cinza clara a esbranquiçada e exibem granulação fina. Filitos e xistos possuem coloração predominantemente cinza esbranquiçada a cinza avermelhada (100-625) Mm.

**ESTENIANO - TONIANO**  
GRUPO RIO PRETO  
Mn1p3 Fácies Xistoosa: Muscovita xista, sericita, muscovita, quartzo, xistos e filitos, às vezes grafiteiros ou granofílicos. Tonéis granodioríticos finos e biotíticos, com intercalações de filitos quartzíticos, grafite filitosos de granulação fina, coloração cinza-chumbo e textura granoblastica (g).  
Mn1p2 Fácies Quartzosa: Quartzitos e muscovite quartzitos puros e impuros, com intercalações de quartzo-muscovite xistos. Textura granoblastica fina a média.

**PALEOPROTEROZOICO**  
**RIACIANO**  
GRANITO VOLTA GRANDE  
P2vg Metagranitos de granulação fina a média, coloração acinzentada, foliada e geralmente apresentam texturas granoblasticas.

**CORPO GRANITOIDE MANSIDÃO**  
P2mg Fácies 1: Metagranitos a metagranitos de granulação fina a média, equigranular e leucocrático, apresentando coloração esbranquiçada a cinza-clara. Geralmente apresentam texturas microlíticas ou granoblasticas.  
P2mg Fácies 2: Metagranitos a metagranitos com cristais porfidioríticos de feldspato, disposto em umamanto de textura granoblastica. São leucocráticos de coloração cinza-clara a rosada. Por vezes apresentando enclaves maficos orientados.

**COMPLEXO EXO-JULIO BORGES**  
Npb Metagranitos, por vezes granofílicos, associados às rochas metamórficas-metavulcânicas. Possuem granulação fina a média e coloração cinza-clara a esverdeada, comumente com hornblenda, epidoto, clorita e apresentando foliação penetrante a textura microlítica (100-140) Mm.

**COMPLEXO CRISTALINA DO PIAUÍ**  
P2mg Unidade Cristalinidade do Piauí, ortogneissos: Metagranitos, geralmente microlíticos. Apresentam granulação fina a média e textura granoblastica.

**Legenda**

- Estação de amostragem
- Anomalias Geoquímicas**
  - Elemento Químico (Cu, Nb, Pd, etc.)
  - As178 (Elemento com valor em ppm)
- Destaque Mineralógico**
  - ilm85 - ilmenita - conteúdo (>75%)
  - au - ouro - presença
  - au10 - ouro - número de pintas
  - cpy - calcopirita - presença
  - cro - cromita - presença
  - flo - florencita (fosfato de cério) - presença
  - m40 - magnetita - conteúdo (25 - 50%)
- Ocorrências Minerais**
  - Argila - ag - av
  - Grafito - gf
  - Grafito, Mangânes - gf, Mn
  - Granito - gr
  - Mangânes - Mn
  - Mangânes, ilmenita - Mn, Ti
  - Quartzo hiálio (Cristal de rocha) - qzh
  - Sulfeto - st
  - Selênio - se
  - Titanio - Ti

2 1 0 2 4 6 km  
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 45° W, GR." acrescidas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente.  
Datum horizontal: WGS84

A interpretação dos dados geoquímicos e mineralógicos e a elaboração deste mapa geoquímico foi feita pelos geólogos Carlos Alberto Cavalcanti Lins e Frederico José Campelo de Souza.

**CRÉDITO DA BASE CARTOGRÁFICA**  
\* Digitalização obtida com base na Carta Topográfica Mansidão (1718) do Ministério do Interior - SUDENE e CODEVASF, [FOLHA SC 23 Z-Z-V], Escala 1:100.000 - Ano: 1976 - Projeção Cartográfica Universal Transversa de Mercator UTM - Meridiano Central 45° W, Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina, Datum Horizontal: Corrego Alegre - Minas Gerais, colorida - Atualização feita com base nas seguintes fontes:  
- Mapas Rodoviários do Piauí, elaborados pelo Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT de 2002, bem como pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Piauí (1998). - Malha Municipal Digital do Brasil - ituação em 1997 / IBGE, 1999 - Imagens Landsat 5, sensor TM, Cenas 219/067 de 04/06/2004, 220/067 de 13/09/2003, Imagens Landsat 7, sensor ETM+, Cenas 219/067 de 20/06/2001, 220/067 de 17/08/2002, georeferenciadas e processadas por AcquaTool Consultoria obtendo os seguintes produtos: \* Composição colorida das Bandas 5 (Vermelha), Banda 4 (Verde) e Banda 3 (Azul) - RGB (5,4,3). \* Banda 8 panorâmica do Satélite Landsat 7, ETM+ com resolução espacial de 15m; \* Transformações RGB-IHS e IHS-RGB com incorporação da Banda 8 panorâmica na composição colorida. \* Aplicação de filtragem dos níveis de cinza da Banda 5 para identificação e vetorização automática dos espelhos d'água.  
Esta base foi editada e atualizada pela Divisão de Cartografia - DICART, para atender ao mapeamento temático do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

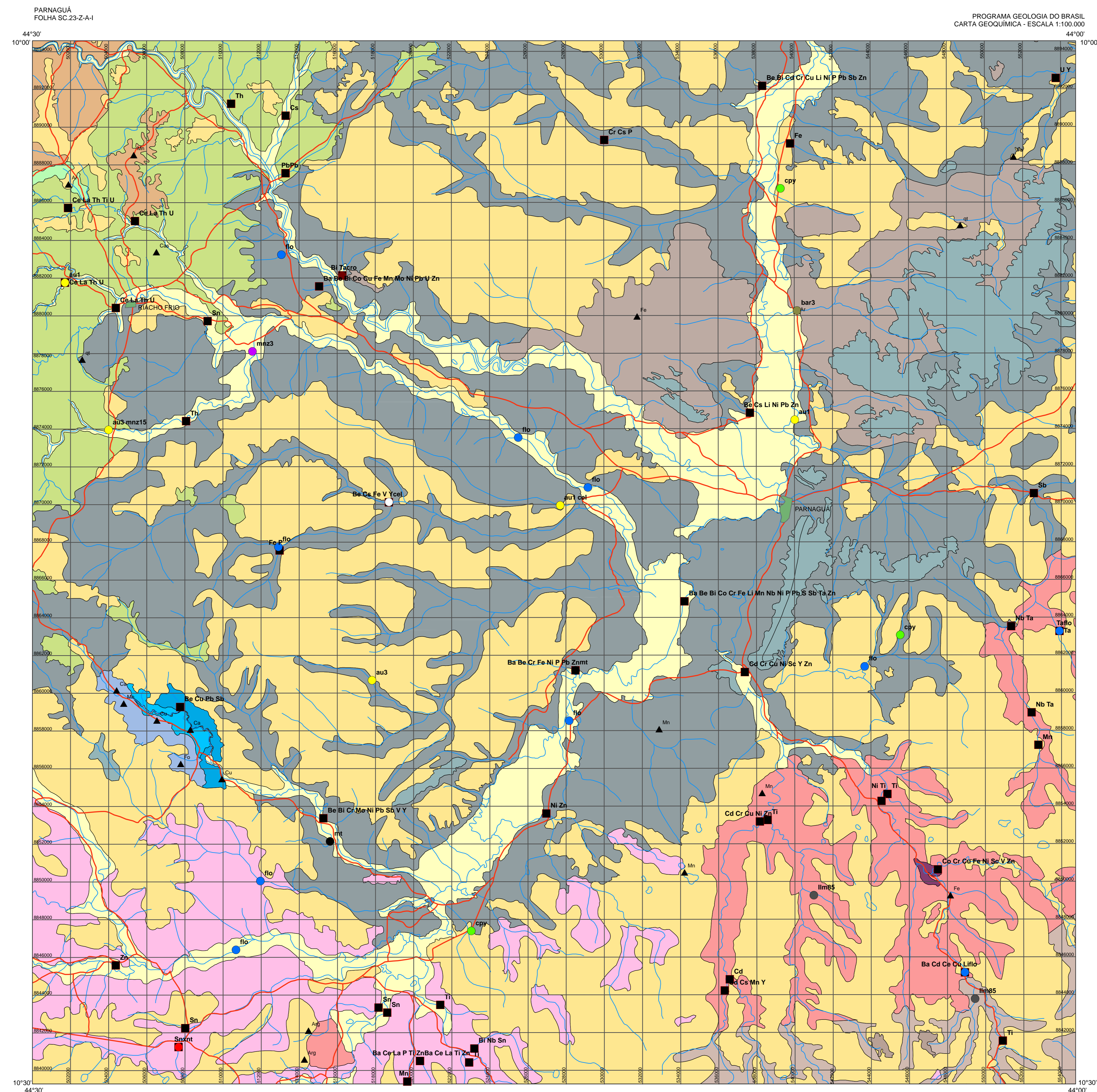
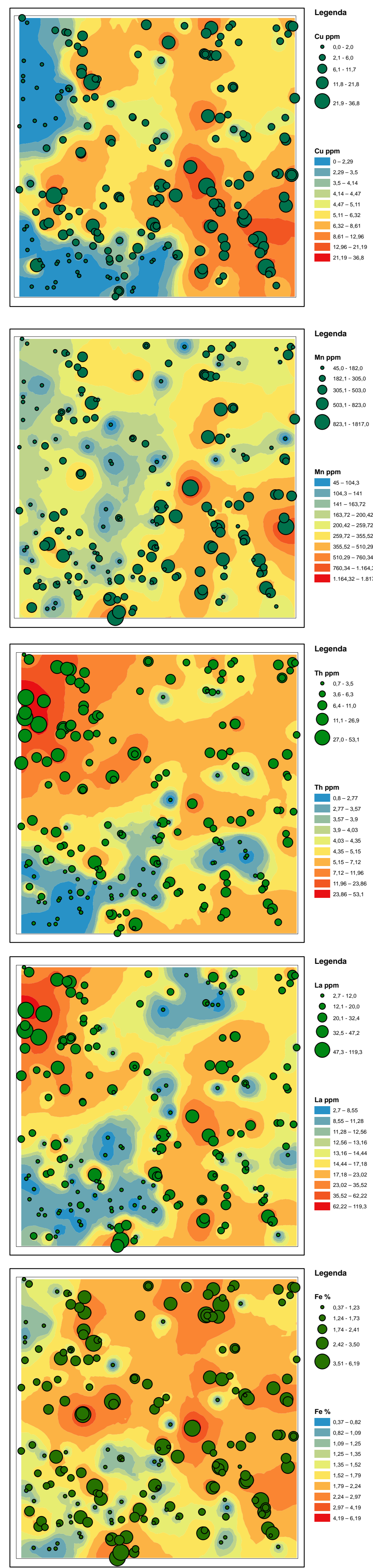
O Projeto Folha Mansidão, uma ação do Programa de Geologia do Brasil, foi executado pela Residência de Teresina com supervisão do Departamento de Geologia - DEGEO, com o apoio técnico da Divisão de Geologia Básica - DIGEOB e da Divisão de Geoprocessamento - DIGEOP. Os mapas geoquímicos, geológicos e de recursos minerais da Folha Mansidão são suportados por bancos de dados geológicos, geoquímicos e de recursos minerais, disponibilizados em versão GIS.



Figura 6.7a - Mapa Geoquímico, escala 1:00.000, Folha Mansidão.



CARTOGRAMAS  
 DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE  
 Distribuição graduada dos elementos sobre mapa de tendência de distribuição  
 Escala 1:500.000



- UNIDADES GEOLOGICAS**
- CENÓZOICO**
- Q2a** Depósitos aluvionares: Sedimentos aluvionares inconsolidados constituídos por areia, areia fina e grossa, com níveis de cascalho, laminares de areia fino-argilosa e argilo-arenosa, silte ou parâmetros semelhantes, com ou sem fragmentos de cerâmica e argamassas.
  - N1a** Coberturas detriticas-tilíticas ferruginosas: Coberturas de silte residual argilo-arenoso e argilo-siltoso, silte ou parâmetros semelhantes, com ou sem fragmentos de cerâmica e argamassas.
- PALEÓZOICO**
- GRUPO BASAL**
- P3m** Formação Matucó: Formação ígnea granítica de anatexis com estatofluidação, e de foliação e cunha com estatofluidação ígnea, sem ou com espessuras de silte ou argamassas de silte.
  - D2c3** Formação Canaças: Arenas massivas, arenopelíticas e arenossilicas, fósseis e mármores, com frequente estatofluidação ígnea, silte, arenosa residual e presença de rochas orgânicas em profundidade.
  - D2t3** Formação Passaterra: Fofinhos e siltes cinza-arenosos, arenossilicos e arenossilicos, fragmentos laminares, microssiltos, por vezes calcários, com abundância de laminares arenosas e arenossilicas.
- GRUPO SERRA GRANDE**
- Sig** Formação Serrada: Arenas, em parte arenosas, arenos conglomeráticas e intercaladas de siltes finos de argila e silte. Presença de estatofluidos (plano-paralelos e ondulados).
  - Sig2** Formação Tanguá: Condição de arenos finos, com estatofluidação ondulada e com nível de foliação.
  - Sig3** Formação São: Arenas cinzas, arenopelíticas, onduladas e arenossilicas, fósseis e mármores, com fragmentos conglomeráticos, calcários, gneissos arenossilicos, com camadas e espessos bancos de arenossilicos.
- BACIA DO ANJÁ**
- Z** Unidade Cambria Grossa: Arenas massivas com lentes de matacões, arenossilicos e siltes arenosossilicos.
  - ZDep** Unidade Rio do Anjás: Rocha basáltica (granulada) de coloração cinza escuro, com fragmentos de galeto de cor-de-rosa, fragmentos de mármore, quartzos e calcários.
  - ZDep2** Unidade Porto-Elvaz: Meta-argilas e matacões com lentes de matacões na base.
- GRUPO RIO PRETO**
- MESOPROTEROZOICO**
- MN1p1** Unidade Rio Preto, metasedimentos quartzosos - quartzitos: Xisto e xisto granítico, calcários e quartzitos conglomeráticos de quartzos, metapropólites e arenossilicos.
  - MN1p2** Unidade Rio Preto, metasedimentos conglomeráticos-arenosossilicos: Mucositos xistos, quartzos xistos, siltes ferruginos e argilosos, com intercalações de metagneissos.
- PALEOPROTEROZOICO**
- CCOMPLO DISTRIBUIÇÃO DE FOLHA**
- CCOMPLO** Folha: Mapa geológico de composição granítica, composta de silte, arenosossilicos, ondulados e de porfiros de matacões, com rochas graníticas graníticas e calcários de cinza e rochas com corpo granítico e silte e matacões, com fragmentos de argilite, propólites, metapropólites e espessos de calcários de cinza.
  - PP20a** Rocha propólites, granodiorítica e tonalítica com intercalações de depósitos basais ferruginos, e níveis ondulados de metamorfismo, metabasáltica e calcários.

- Legenda**
- Estação de amostragem
  - Anomalias Geoquímicas**
    - Elemento Químico (Cu, Ni, Pd, etc.)
  - Destacados Mineralógicos**
    - limB5 - limonita - conteúdo (>7%)
    - aut1 - ouro - presença
    - aut cel - ouro - número de pintas, celestita - presença
    - au3 - ouro - número de pintas
    - au3 mzn15 - ouro - número de pintas, monazita - conteúdo (5-25%)
    - cpy - calcopirita - presença
    - cro - cromita - presença
    - flo - florenita (fosfato de cério) - presença
    - mt - magnetita
    - bar3 - barita - conteúdo (1 - 5%)
    - cel - celestita - presença
    - mzn3 - monazita - conteúdo (1 - 5%)
    - xnt - xenotímo - presença
  - Ocorrências Mineralís**
    - Arbita - Ar
    - Argila - Arg
    - Calsário - Ca
    - Cascalho - Cas
    - Cobre - Cu
    - Ferro - Fe
    - Fosfato - Fo
    - Mangás - Mn
    - Quartzito - qt

2 1 0 2 4 6 km  
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 45° W, GR."  
 Acrescidas as constantes: 10.000Km e 500Km, respectivamente.  
 Datum horizontal: WGS84

**CRÉDITO DA BASE CARTOGRÁFICA**  
 Base planimétrica digital obtida da carta impressa Folha Parnaguá publicada em 1973 pela SUDENE ajustada às imagens do Mosaico Geocover - 2000, ortorectificado e georeferenciado segundo o Datum WGS84, de imagens EMIT+ do Landsat 7 resultante da fusão das bandas 7, 4, 2 e 8, com resolução espacial de 14,24 metros. Esta base foi editada e atualizada pela Divisão de Cartografia - DICART, para atender ao mapeamento temático do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

O Projeto Folha Parnaguá, uma ação do Programa de Geologia do Brasil, foi executado pela Residência de Teresina com supervisão do Departamento de Geologia - DEGEO, com o apoio técnico da Divisão de Geologia Básica - DIGEOB e da Divisão de Geoprocessamento - DIGEOP.

Os mapas geoquímicos, geológicos e de recursos minerais da Folha Parnaguá são suportados por bancos de dados geológicos, geoquímicos e de recursos minerais, disponibilizados em versão GIS.

A interpretação dos dados geoquímicos e mineralógicos e a elaboração deste mapa geoquímico foi feita pelos geólogos Carlos Alberto Cavalcanti Lins e Frederico Campelo de Souza.



Figura 6.7b - Mapa Geoquímico, escala 1:00.000, Folha Parnaguá.











# 7 – RECURSOS MINERAIS

No cadastramento das substâncias minerais utilizou-se a classificação adotada no GEOBANK, banco de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Foram agrupadas segundo seu uso, nas classes: origem metamórfica (manganês, grafita, titânio e ferro); origem sedimentar (cobre); materiais para construção civil (quartzitos, granitoides, argilas, salitre, cascalho e seixo); materiais para agricultura (calcário e

fosfato); hidrotermal (cristal de rocha). Destacam-se as significativas reservas de manganês e ocorrências de formações ferríferas, cobre sedimentar e rochas grafitosas.

Nas folhas Mansidão, Parnaguá e Rio Paraim foram cadastradas 94 (noventa e quatro) jazimentos de recursos minerais, conforme mostram as figuras 7.1 (A, B e C) e tabelas 7.1 (A, B e C), respectivamente.

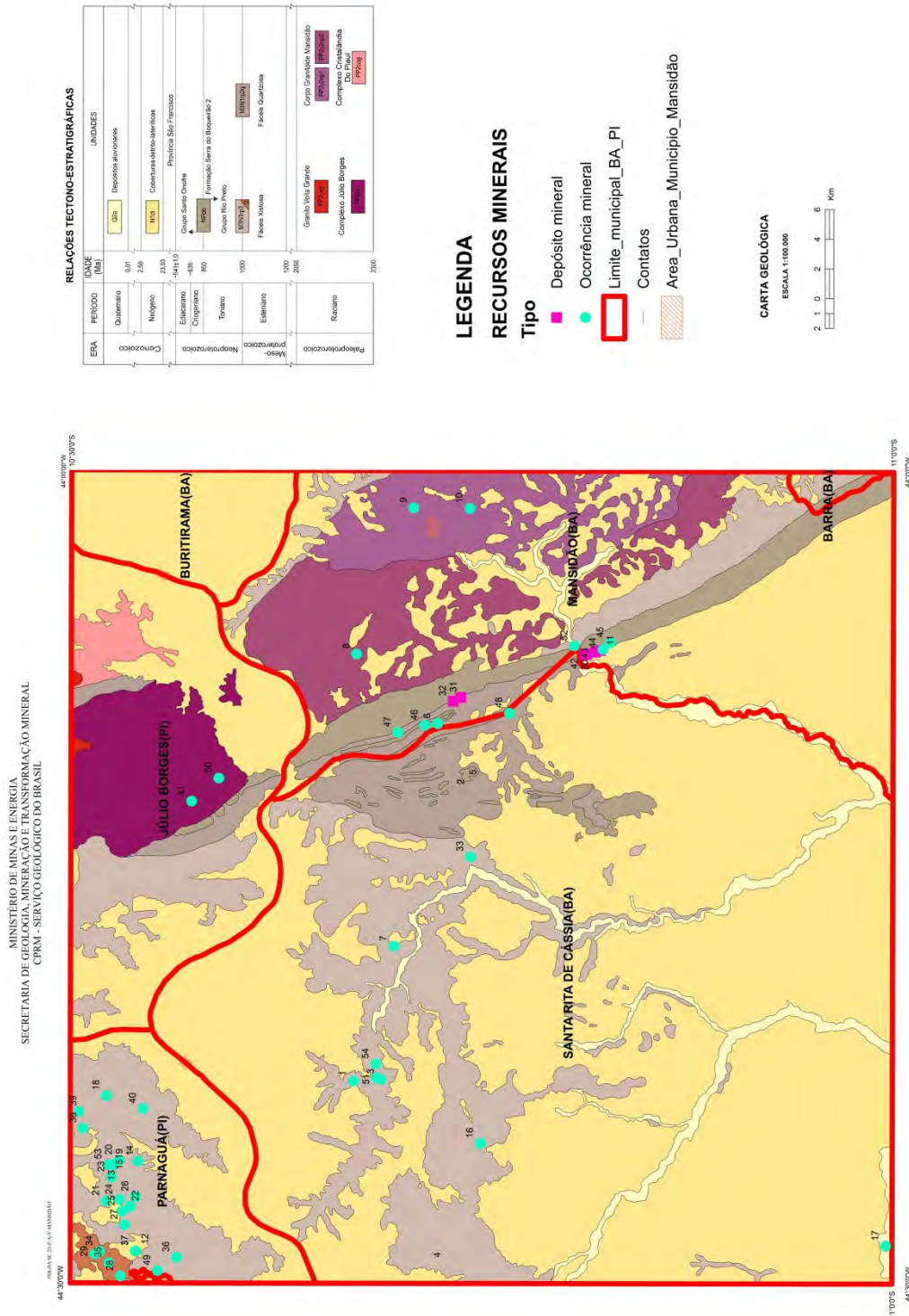
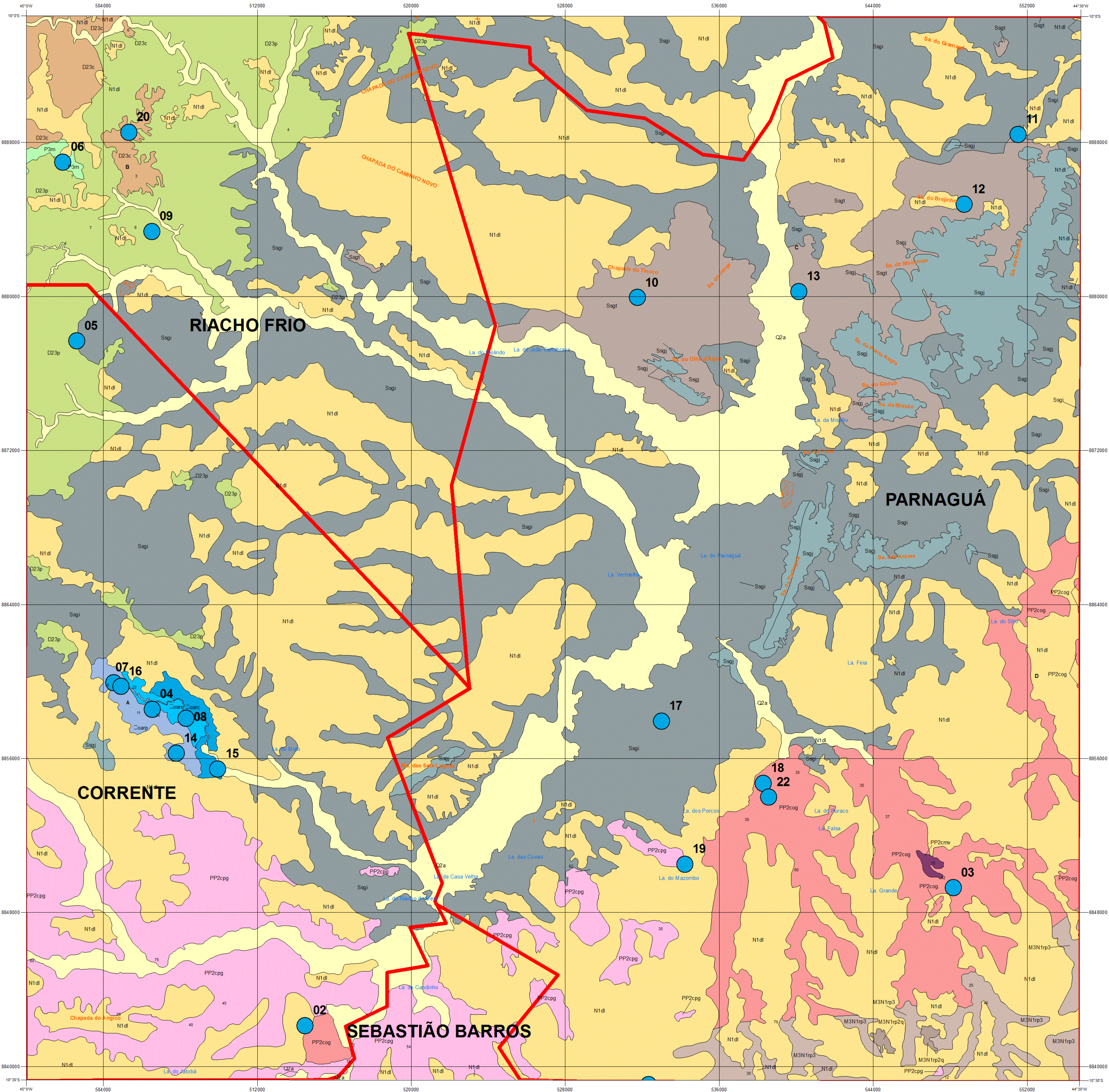


Figura 7.1 A – Mapa geológico simplificado da Folha Mansidão com a distribuição dos recursos minerais.



FOLHA SC.23-Z-A-1 PARNAGUÁ



**RELAÇÕES TECTONO-ESTRATIGRÁFICAS**  
 DEPÓSITOS CENOZOICOS

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	UNIDADES
CENOZOICO	Quaternário	-2,588	Q2a Depósitos aluvionares
	Neógeno	-23,03	N1dl Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas
	Paleógeno	65,50	

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	UNIDADES	
PALEOZOICO	Permiano	251	<b>Provincia Parnaíba</b> Grupo Balsas P3m Formação Motuca	
	Carbonífero	299-359	D23c Formação Cabeças D23p Formação Pimenteira	
	Devoniano	419	Grupo Serra Grande	
	Siluriano	Ssji		Formação Jacós
		Ssji		Formação Tianguá
	Ssji		Formação Ipu	

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	UNIDADES
DEVONIANO	Superior	358,9	Uoarc Unidade Caraiá grossa Uoarp Unidade Riacho do Araçá
	Médio	393,3	Uoarp Unidade Porta do Araçá
	Toniário	1,000	
MESOPROTEZOICO	Esteniano	M3N1rp2c	Provincia São Francisco Grupo Rio Preto Fácies Quartzosa
		M3N1rp3	Fácies Xistosa

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	UNIDADES
PALEOPROTEZOICO	Riachiano	2,300	Complexo Cristalândia do Piauí PP2cog PP2cpg

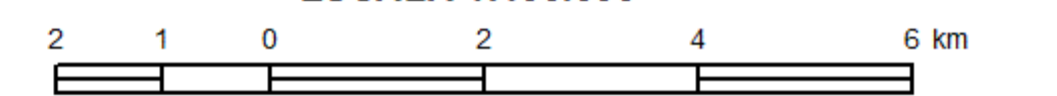
**LEGENDA:**

**RECURSOS MINERAIS**

- Tipo**
- Ocorrência mineral
  - Contatos
  - Limite Municipal
  - Área urbana dos municípios Parnaguá e Riacho Frio

**CARTA GEOLÓGICA**

ESCALA 1:100.000





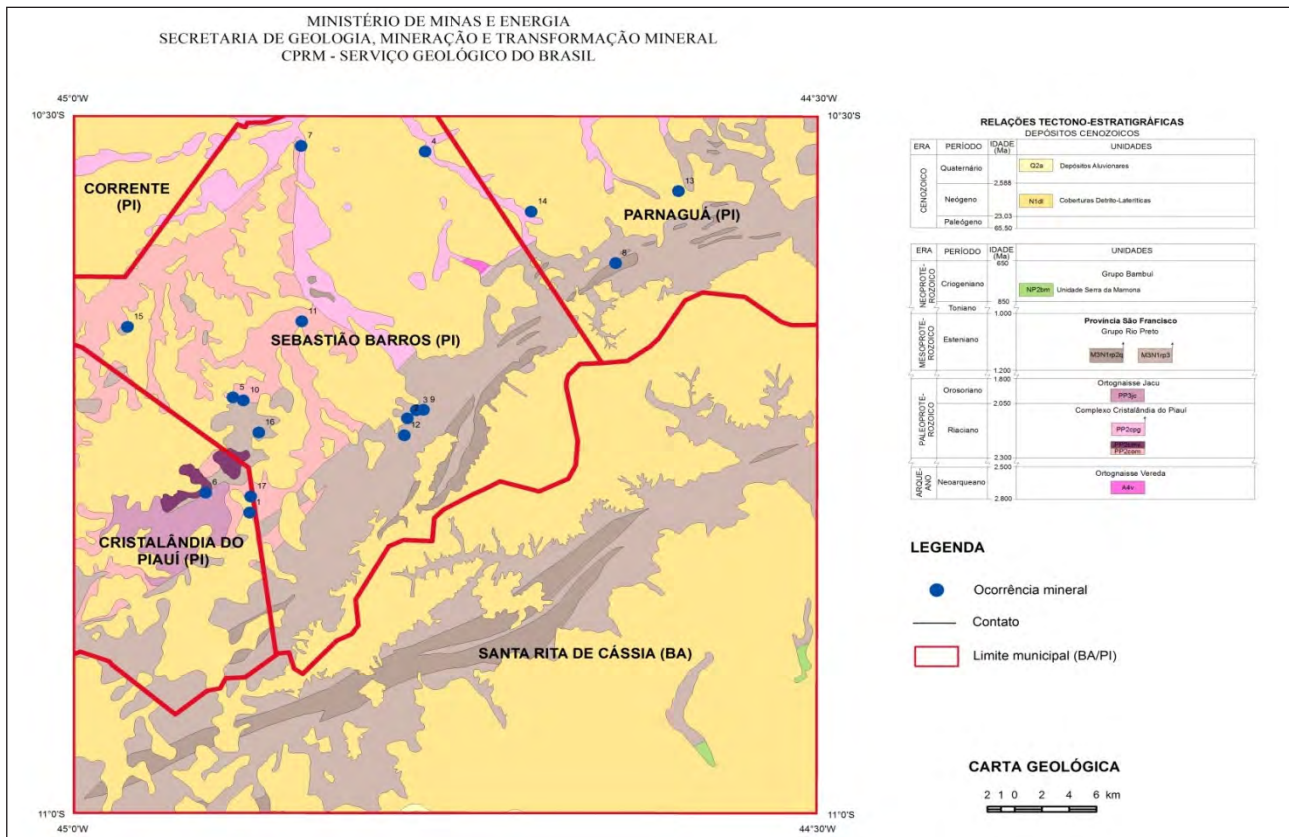


Figura 7.1 C – Mapa geológico simplificado da Folha Rio Paraim com a distribuição dos recursos minerais.

## 7.1 - ORIGEM METAMÓRFICA

### 7.1.1 - Manganês

Dos jazimentos cadastrados o manganês é a substância mineral de maior importância da área em estudo, representado por várias ocorrências e por dois depósitos minerais no município baiano de Mansidão (Figura 7.2). Tais mineralizações estão associadas, principalmente ao Grupo Rio Preto e ao Complexo Júlio Borges e as coberturas lateríticas e arenosas das formações superficiais.

De relevante interesse mineral, existe um afloramento no Complexo Júlio Borges bastante expressivo, onde foi cadastrada uma ocorrência mineral, a qual com o avanço de estudo na área provavelmente poderá ser elevado a depósito. São rochas manganíferas, bandada de granulação fina e coloração cinza escura ricas em manganês, com opaco (37%), granada (17%), piroxênio (23%) e anfibólio (23%), associados às metamáfica-metaultramáficas. Também foi realizada uma análise química nesta rocha apresentando um teor de 29,5% de Mn. Estas análises sugerem trata-se de um gondito.

Barbosa (1982) em estudos sobre os depósitos de manganês no oeste da Bahia cita que os depósitos de manganês estão associadas às rochas dos grupos Rio Preto e Bambuí, formados por processos super-

gênicos atuando sobre protominérios representados por gonditos. Destaca ainda, que existem dois tipos de minério, um formado “in situ” e outro em colúvio- eluvionar/crosta manganíferas. Menciona ainda, que estudos petrográficos e de difração de raio-X nestas rochas, revelaram uma mineralogia de minério composto de litioforita (?), pirolusita e criptomelana, e os minerais de canga, representado por espessartita, quartzo, argila e mica.

Várias ocorrências de crostas e de películas manganíferas são comuns nos domínios das rochas do Grupo Rio Preto, principalmente no extremo noroeste da Folha Mansidão. As crostas geralmente apresentam-se em solos residuais de rochas xistosas, enquanto que as películas ocorrem encaixadas nos xistos, concordante com as foliações.

Na Folha Parnaguá as principais ocorrências de manganês foram cadastradas nas proximidades da localidade de Araçá, no município de Corrente (PI), onde afloram cangas manganíferas alteradas, compostas por pirolusita/polianita, dispostas principalmente em blocos e matacões (figuras 7.3). Ocorrem também em veios preenchendo sistemas de fraturas nas rochas metassedimentares da Bacia do Araçá com características de ardósias. No entanto, a grande maioria das ocorrências foi detectada formando fina camadas nas rochas sedimentares da Formação Pimenteira da Bacia do Parnaíba.

Tabela 7.1 A – Relação dos recursos minerais da Folha Mansidão.

Nº	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO (UF)	LAT (S)	LONG (W)	SUBSTÂNCIA/SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE
01	FAZENDA CAMPOS	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,67222	-44,37556	SALITRE/st	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MATERIAL PARA AGRICULTURA
02	SÍTIO JOSIAS	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,74028	-44,19278	QUARTZO HIALINO (CRISTAL DE ROCHA)/qzh	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	HIDROTHERMAL
03	FAZENDA CAMPOS	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,68917	-44,37444	QUARTZO HIALINO (CRISTAL DE ROCHA)/qzh	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	HIDROTHERMAL
04	TANQUE	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,72667	-44,48389	QUARTZO HIALINO (CRISTAL DE ROCHA)/qzh	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	HIDROTHERMAL
05	SÍTIO JOSIAS	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,74778	-44,18694	QUARTZO HIALINO (CRISTAL DE ROCHA)/qzh	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	HIDROTHERMAL
06	FAZENDA CERCADO	MANSIDÃO (BA)	-10,72306	-44,15556	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
07	FAZENDA BOA ESPERANÇA	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,69667	-44,2925	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
08	POVOADO BARREIRO	MANSIDÃO (BA)	-10,67361	-44,11278	ARGILA/ag	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
09	MANSIDÃO	MANSIDÃO (BA)	-10,70806	-44,02278	QUARTZO HIALINO (CRISTAL DE ROCHA)/qzh	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
10	MANSIDÃO	MANSIDÃO (BA)	-10,74222	-44,02306	GRANITO/gr	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
11	PORTEIRA/BOQUEIRÃO	MANSIDÃO (BA)	-10,82222	-44,11111	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
12	FAZENDA CANABRAVA	PARNAGUÁ (PI)	-10,54889	-44,47611	TITÂNIO/ti	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
13	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10,52611	-44,42722	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
14	FAZENDA DO BREJO	PARNAGUÁ (PI)	-10,54139	-44,425	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
15	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10,52348	-44,42715	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
16	PEDRAS	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,74870	-44,41566	ARGILA/ag	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
17	PRÓX. AO RIO PRETO	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10,99622	-44,47653	SEIXO/sx	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
18	LAGOINHA	PARNAGUÁ (PI)	-10,52205	-44,38476	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA



Tabela 7.1 A – Relação dos recursos minerais da Folha Mansidão. (continuação)

19	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.52348	-44.42715	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
20	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.16225	-44.42446	GRAFITA, MANGANÉS/gf,mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
21	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.52198	-44.44944	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
22	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.53674	-44.45283	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
23	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.52526	-44.43482	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
24	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.53017	-44.44863	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
25	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.53161	-44.45580	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
26	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.53987	-44.44685	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
27	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.53323	-44.46417	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
28	CANABRAVA	PARNAGUÁ (PI)	-10.53072	-44.49564	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
29	VEREDA DO MORRO	PARNAGUÁ (PI)	-10.51629	-44.48133	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
30	POÇO	MANSIDÃO (BA)	-10.81370	-44.11257	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
31	CARDÃO	MANSIDÃO (BA)	-10.73698	-44.13902	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
32	CARDÃO	MANSIDÃO (BA)	-10.73235	-44.14144	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
33	PEQUI	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10.74312	-44.23743	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
34	VEREDA DO MARCO	PARNAGUÁ (PI)	-10.51810	-44.48050	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
35	VEREDA DO MARCO	PARNAGUÁ (PI)	-10.52296	-44.48317	GRAFITA, MANGANÉS/gf, mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
36	CANABRAVA	PARNAGUÁ (PI)	-10.56481	-44.48409	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
37	CANABRAVA	PARNAGUÁ (PI)	-10.53984	-44.48029	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
38	MANDACARU	PARNAGUÁ (PI)	-10.50778	-44.40265	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
39	MANDACARU	PARNAGUÁ (PI)	-10.50526	-44.39448	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA

Tabela 7.1 A – Relação dos recursos minerais da Folha Mansidão. (continuação)

40	ALGERÁ	PARNAGUÁ (PI)	-10.54438	-44.39264	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
41	VEREDA DAS VACAS	JÚLIO BORGES(PI)	-10.57353	-44.20356	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
42	PORTEIRA	MANSIDÃO (BA)	-10.81234	-44.11291	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
43	PORTEIRA	MANSIDÃO (BA)	-10.81868	-44.11127	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
44	PORTEIRA	MANSIDÃO (BA)	-10.82155	-44.10950	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
45	PORTEIRA	MANSIDÃO (BA)	-10.82910	-44.10663	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
46	PORTEIRA	MANSIDÃO (BA)	-10.71518	-44.15662	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
47	PORTEIRA	MANSIDÃO (BA)	-10.69880	-44.16096	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
48	CARDÃO	MANSIDÃO (BA)	-10.76723	-44.15021	MANGANÉS/mn	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
49	CANABRAVA	PARNAGUÁ (PI)	-10.55325	-44.49237	MANGANÉS, ILMENITA/mn, ti	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
50	ARROCHADOR	JÚLIO BORGES (PI)	-10.58998	-44.18932	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
51	MUNDO NOVO	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10.68786	-44.37633	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
52	PORTEIRA	MANSIDÃO (BA)	-10.80218	-44.10664	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
53	MORRINHOS	PARNAGUÁ (PI)	-10.52348	-44.42715	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA
54	MALHADA DO MEIO	SANTA RITA DE CÁSSIA (BA)	-10.68524	-44.36608	GRAFITA/gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	ORIGEM METAMORFICA



Tabela 7.1 B – Relação dos recursos minerais da Folha Parnaguá.

Nº	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	LAT (S)	LONG (W)	SUBSTÂNCIA/SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE
01	BARRAGEM ATALAIA	CORRENTE (PI)	-10,488197	-44,869631	ARGILA/arg	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
02	PROX. BARRAGEM	CORRENTE (PI)	-10,409471	-44,559971	ARGILA/arg	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
03	VENEZA	PARNAGUÁ (PI)	-10,409471	-44,559971	FERRO/fe	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
04	ARAÇÁ	CORRENTE (PI)	-10,325836	-44,940311	COBRE/cu	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS BASE
05	PICADA	RIACHO FRIO (PI)	-10,152829	-44,976101	QUARTZITO/qt	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
06	BARREIRO	RIACHO FRIO (PI)	-10,068788	-44,982687	AREIA/ar	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
07	PORTA DO ARAÇÁ	CORRENTE (PI)	-10,313393	-44,958562	CALCÁRIO/ca	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	MATERIAL PARA AGRICULTURA
08	ARAÇÁ	CORRENTE (PI)	-10,330156	-44,924262	CALCÁRIO/ca	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	MATERIAL PARA AGRICULTURA
09	MATA	RIACHO FRIO (PI)	-10,101380	-44,940536	CASCALHO/cas	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
10	VENEZA	PARNAGUÁ (PI)	-10,132171	-44,710182	FERRO/fe	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
11	RIACHÃO	PARNAGUÁ (PI)	-10,055494	-44,529796	FERRO/fe	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
12	FAZENDA MATO ALTO	PARNAGUÁ (PI)	-10,088387	-44,555322	QUARTZITO/qt	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
13	RIACHO FRIO	PARNAGUÁ (PI)	-10,129451	-44,633591	AREIA/ar	OCORRÊNCIA	EXPLORADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
14	FAZENDA COTIA/ARAÇÁ	CORRENTE (PI)	-10,346572	-50,554404	FOSFATO/fo	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	MATERIAL PARA AGRICULTURA
15	ARAÇÁ	CORRENTE (PI)	-10,353911	-50,543287	COBRE/cu	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS BASE
16	PORTA DO ARAÇÁ	CORRENTE (PI)	-10,315139	-50,571843	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
17	FAZENDA PERMISSÃO	PARNAGUÁ (PI)	-10,185387	-50,415504	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
18	ESTREITO	PARNAGUÁ (PI)	10,360517	-50,390095	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
19	ESTREITO	PARNAGUÁ (PI)	10,398578	-50,411485	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
20	FAZENDA MONTES CLAROS	RIACHO FRIO (PI)	10,054802	-50,570502	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
21	PASSAGEM DA LAGOA	RIACHO FRIO (PI)	-10,296600	-44,970600	FERRO/fe	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
22	POÇO GRANDE	RIACHO FRIO (PI)	-10,220000	-44,930000	MANGANÉS/mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS FERROSOS
23	LAGOA	RIACHO FRIO (PI)	-10,310000	-44,601100	TITÂNIO/ti	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLORADO	METAIS LEVES

Tabela 7.1 C – Relação dos recursos minerais da Folha Rio Paraim

Nº	TOPONÍMIA	MUNICÍPIO	LAT (S)	LONG (W)	SUBSTÂNCIA/SIGLA	STATUS	SITUAÇÃO	CLASSE
01	PITOMBAS	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.784438	-44.881318	TITÂNIO/Ti	GARIMPO	ATIVO	METAIS FERROSOS
02	PEQUENO	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.717016	-44.775606	MANGANÉS/Mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
03	PEQUENO	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.711182	-44.769441	MANGANÉS/Mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
04	FAZ DOS MORROS	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.526164	-44.763815	GRANITO-GNAISSE/Grn	MINA	INATIVO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
05	SAMBAIBA	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.702081	-44.892459	FERRO/Fe	OCORRÊNCIA	INATIVO	METAIS FERROSOS
06	FERRADO	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.770154	-44.910743	TALCO/Ta	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MINERAIS INDUSTRIAIS
07	UMBUZEIRO	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.522138	-44.846917	CONGLOMERADO/Cgl	MINA	NÃO EXPLOTADO	MATERIAL CONSTRUÇÃO CIVIL
08	FRESCO	PARNAGUÁ (PI)	-10.605845	-44.636007	MANGANÉS/Mn	GARIMPO	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
09	PEQUENO	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.710884	-44.764614	GRAFITA/Gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MINERAIS INDUSTRIAIS
10	INGAZEIRA	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.704168	-44.885450	FERRO/Fe	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
11	CAJU	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.647652	-44.846406	FERRO/Fe	DEPÓSITO	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
12	BARREIRO	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.729067	-44.777549	MANGANÉS/Mn	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
13	LAGOA DO MATO	PARNAGUÁ (PI)	-10.554343	-44.593939	TITÂNIO/Ti	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
14	LAGOA DAS PEDRINHAS	PARNAGUÁ (PI)	-10.569030	-44.692623	TITÂNIO/Ti	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS
15	MORRO PEQUENO	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.651635	-44.963323	GRAFITA/Gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MINERAIS INDUSTRIAIS
16	BATISTA	SEBASTIÃO BARROS (PI)	-10.727155	-44.875136	GRAFITA/Gf	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	MINERAIS INDUSTRIAIS
17	BURITI	CRISTALÂNDIA DO PIAU (PI)	-10.772941	-44.880522	TITÂNIO/Ti	OCORRÊNCIA	NÃO EXPLOTADO	METAIS FERROSOS





Figura 7.2 – Rochas manganésíferas dos alvos Porteira (A) e Cardão(B), município de Mansidão (BA).



Figura 7.3 - Visão geral do afloramento das ocorrências de manganês (pirolusita/polianita) da região de Araçá, Corrente-PI.

Nos domínios da Folha Rio Paraim o manganês ocorre geralmente em crostas lateríticas sobrepostas a rochas xistosas. Possivelmente sua origem dá-se em minerais como a espessartita existentes

no xisto do Grupo Rio Preto e associados à fase de deformação Sn+1. Os processos de lateritização deslocaram os íons de manganês até o nível em que as condições de precipitação foram favoráveis, criando assim essas crostas. As ocorrências principais de manganês dão-se ao longo da borda noroeste da Serra da Tabatinga, na forma de crostas lateríticas de alguns quilômetros de extensão (figuras 7.4 A e B).

#### 7.1.2 - Ferro

Foram registradas quatro ocorrências de minério de ferro em lateritas ou cangas ferruginosas, materializadas em superfície, por fragmentos de dimensões diversas, variando de bloco a matações, compactos, maciços e/ou acamadados, às vezes intemperizadas, sotopostas às rochas da Bacia do Parnaíba; e as formação ferríferas bandadas magnéticas, neste caso formando depósitos coluvionares com espessuras variadas sobrepondo-se aos ortognaisses do Complexo Cristalândia do Piauí.

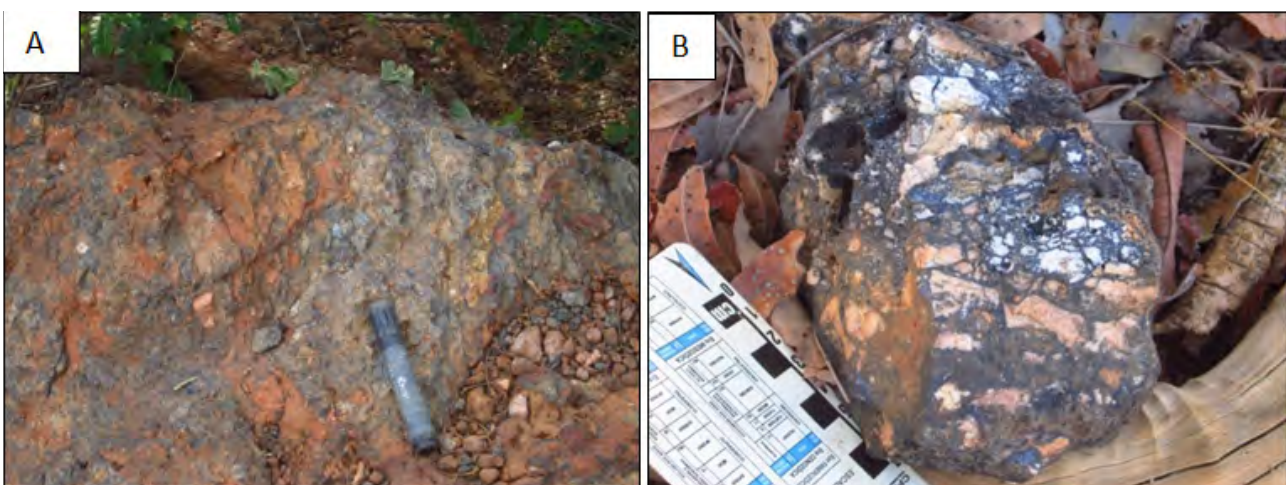


Figura 7.4 – Aspecto das ocorrências manganésíferas (A e B) nas proximidades da Fazenda Golfos, município de Sebastião Barros (PI).



O ferro na Folha Parnaguá está associado a três tipos de ocorrências, interpretadas como segue: a formações ferríferas bandadas (BIFs), associadas às rochas do embasamento gnáissico do Complexo Cristalândia do Piauí (figuras 7.5 A e B); a lentes de rochas máfica-ultramáficas da unidade PP2cmv; ocorrências de crostas lateríticas em regiões aplainadas e em chapadas acima dos morrotes com arenitos ferruginosos da Formação Tianguá, onde esses arenitos foram interpretados como sendo oriundos de áreas fonte rica em ferro, quando intemperizados, dão origem aos solos avermelhados com ferro dispersos nessas areias.

O mineral de minério predominante é a hematita, podendo ser observado em pequenos grânulos nos depósitos detrítico-lateríticos, e a magnetita, para as formações ferríferas bandadas. A maior concentração de ocorrências de formações ferríferas se encontra na porção sudeste da Folha Parnaguá, coincidente com as anomalias magnéticas identificadas localmente. Frequentemente, esses corpos se apresentam como elevações abruptas capeadas por cangas lateríticas ou quartzitos.

O ferro ocorre em alguns pontos da Folha Rio Paraí em formações ferríferas associadas a quartzitos (figura 7.6 A). Não ficou claro se estes quartzitos pertencem aos paragneisses do Cristalândia do Piauí ou aos quartzitos do Grupo Rio Preto. Suspeita-se que o ferro possa ser proveniente de rochas ultramáficas existentes nos ortogneisses. O ferro também ocorre na forma de crostas lateríticas existentes nos depósitos detrítico-laterítico (figura 7.6 B).

O ferro ocorre em alguns pontos da Folha Rio Paraí em formações ferríferas associadas a quartzitos (figura 7.6 A). Não ficou claro se estes quartzitos pertencem aos paragneisses do Cristalândia do Piauí ou aos quartzitos do Grupo Rio Preto. Suspeita-se que o ferro possa ser proveniente de rochas ultramáficas existentes nos ortogneisses. O ferro também ocorre na forma de crostas lateríticas existentes nos depósitos detrítico-laterítico (figura 7.6 B).

### 7.1.3 - Grafita

As mineralizações de grafita encontram-se distribuídas por quase toda Folha Mansidão nos domínios

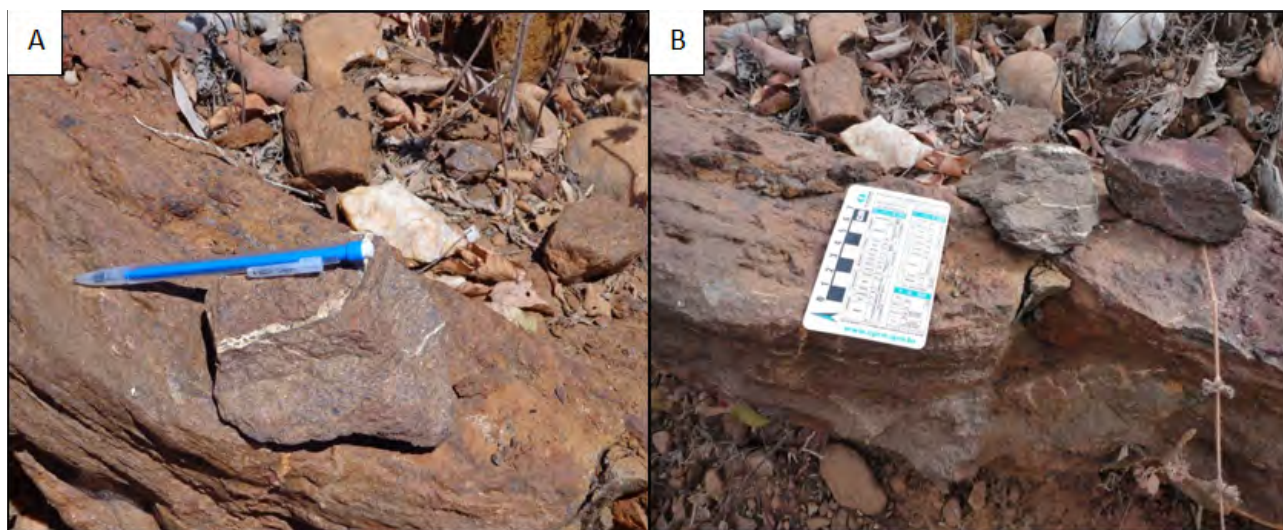
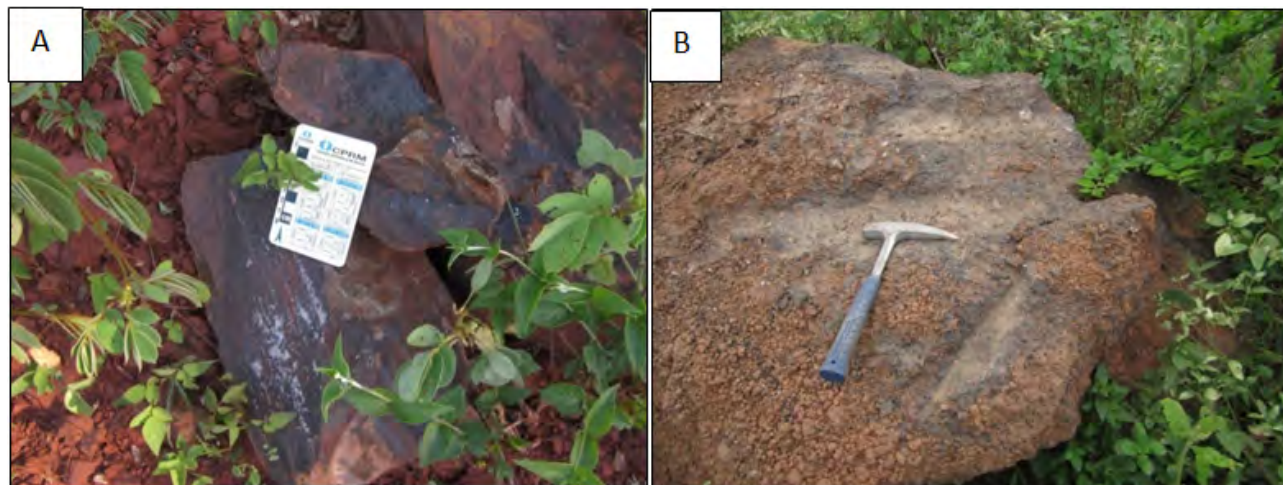


Figura 7.5 - Formações Ferríferas Bandadas (BIFs) encontrados em meio às rochas do embasamento (Complexo Cristalândia do Piauí).



Figuras 7.6 – Quartzitos ferruginosos próximos a Lagoa do Machado (A) e lateritas ferruginosas na Lagoa da Porta, no município de Sebastião Barros-PI (B).



das rochas dos grupos Rio Preto e Santo Onofre, e geralmente ocorrem em lentes ou delgados extratos associados aos filitos e xistos destas unidades. Suas principais ocorrências encontram-se localizadas na litofácies xistosa do Grupo Rio Preto e estão localizadas no extremo sudeste da referida folha, município de Parnaguá (PI).

Em duas amostras destas mineralizações foram realizadas análises químicas apresentando teores de 0,8% e 3,29% (figuras 7.7 A e B) de carbono grafítico.

Crosta e películas manganíferas são comuns nestas unidades. As crostas geralmente apresentam-se em solos residuais de rochas xistosas, enquanto que as películas ocorrem encaixadas nos xistos, concordante com as foliações.

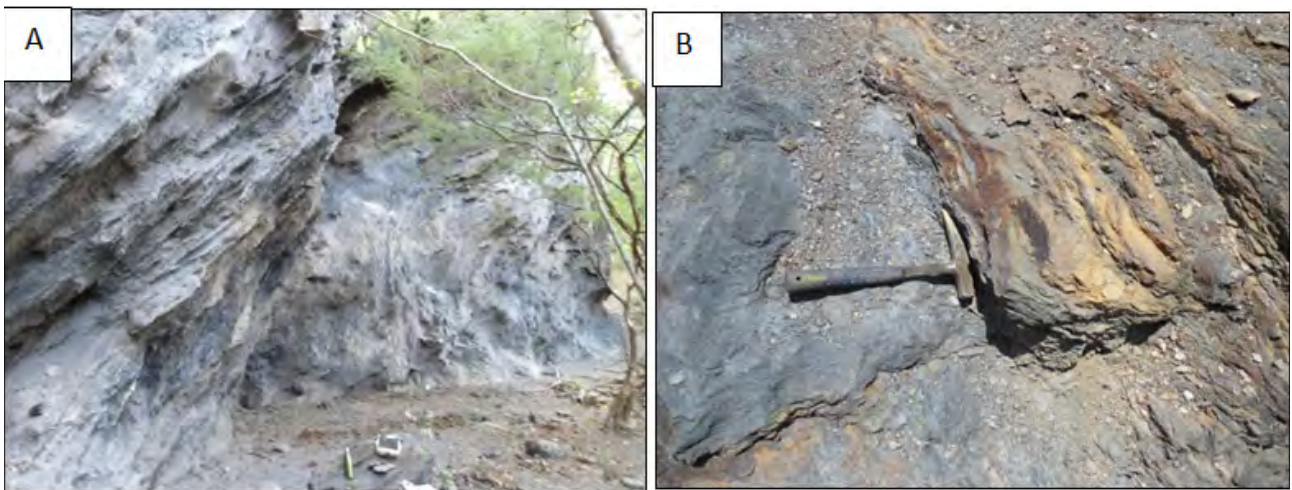
Na Folha Rio Paraim a grafita, em geral, ocorre na forma de lentes nas rochas metapelíticas do Grupo Rio Preto. Embora não tenha sido encontrado nenhum depósito expressivo, no entanto a grafita ocorre

em corpos dispersos ao longo da faixa a norte da Serra da Tabatinga, formando assim os xistos grafíticos. São reconhecidos pela sua típica aparência cinza escuro, brilho metálico e textura sedosa (figuras 7.8 A e B).

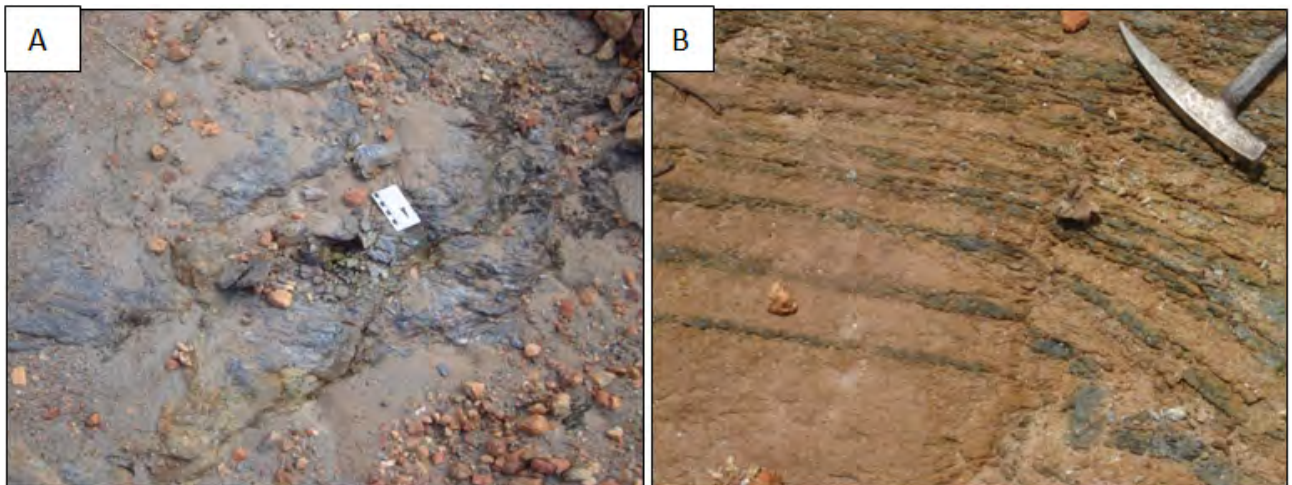
#### 7.1.4 - Titânio

Arcanjo e Braz Filho (1999) citam que o titânio apresenta-se sob a forma de rutilo e está distribuído nos municípios da região, e que, de acordo com Winge (1972) é encontrado em meio a material elúvio-coluvionar, por vezes observado incrustados em fragmentos de veios de quartzo e em quartzitos, comumente associando com depósitos residuais, principalmente em cascalheiras lateralizadas.

Na área em apreço foi identificadas ocorrências de ilmenitas incrustadas em veios de quartzo nas rochas xistosas do Grupo Rio Preto, localizadas no município de Parnaguá (PI).



Figuras 7.7 – Visão dos afloramentos onde foram retiradas as amostras para análises mineralométricas. (A) 0,8% e (B) 3,29% de carbono grafítico, município de Parnaguá.



Figuras 7.8 – Afloramento de xisto grafítico a oeste de Pitombas (A) e na Fazenda Tamboril (B), ambos no município de Sebastião Barros (PI).

Nas porções sul e sudeste da Folha Parnaguá, em afloramentos de rochas xistosas do Grupo Rio Preto foram cadastradas pequenas ocorrências de titânio (ilmenita), dispersos principalmente das areias oriundas do intemperismo dessas rochas (figura 7.9). São comuns ocorrências desses minerais associados aos corpos metassedimentares do citado grupo.



Figura 7.9 – Detalhes de titânio (ilmenita) dispersos nas areias, município de Parnaguá (PI).

O rutilo e a ilmenita são os principais minerais onde o titânio encontra-se presente. Ambos ocorrem associados aos xistos do Grupo Rio Preto, principalmente nas regiões próximas ao contato com o embasamento. O rutilo ocorre em cristais subeuédricos, dispersos sobre a superfície (figura 7.10). Foi registrado que na década de 70, a coleta de rutilo e ilmenita era parte importante da economia da região do entorno de Sebastião Barros (PI), que transportavam algumas toneladas por mês de acordo com informações da população local.



Figura 7.10 - Rutilo e ilmenita da região de Sebastião Barros (PI).

## 7.2 - COBRE SEDIMENTAR

Nos metassiltitos/meta-argilitos da Bacia do Araçá as ocorrências de cobre sedimentar (malaquita) ocorrem principalmente na região da fazenda Porta do Araçá, município de Corrente (PI), e adjacências (figuras 7.11 A, B e C). Os meta-argilitos se encontram mineralizados com carbonato de cobre nas foliações.

Apresenta-se como uma rocha de coloração cinza claro ou esverdeada, de granulação muito fina, rica em mineral argiloso, mostrando predominância de minerais do grupo das argilas formando finíssimas lamelas de malaquita.

## 7.3 - MATERIAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

### 7.3.1 - Pedra de Talhe, Granulados e Rochas Ornamentais

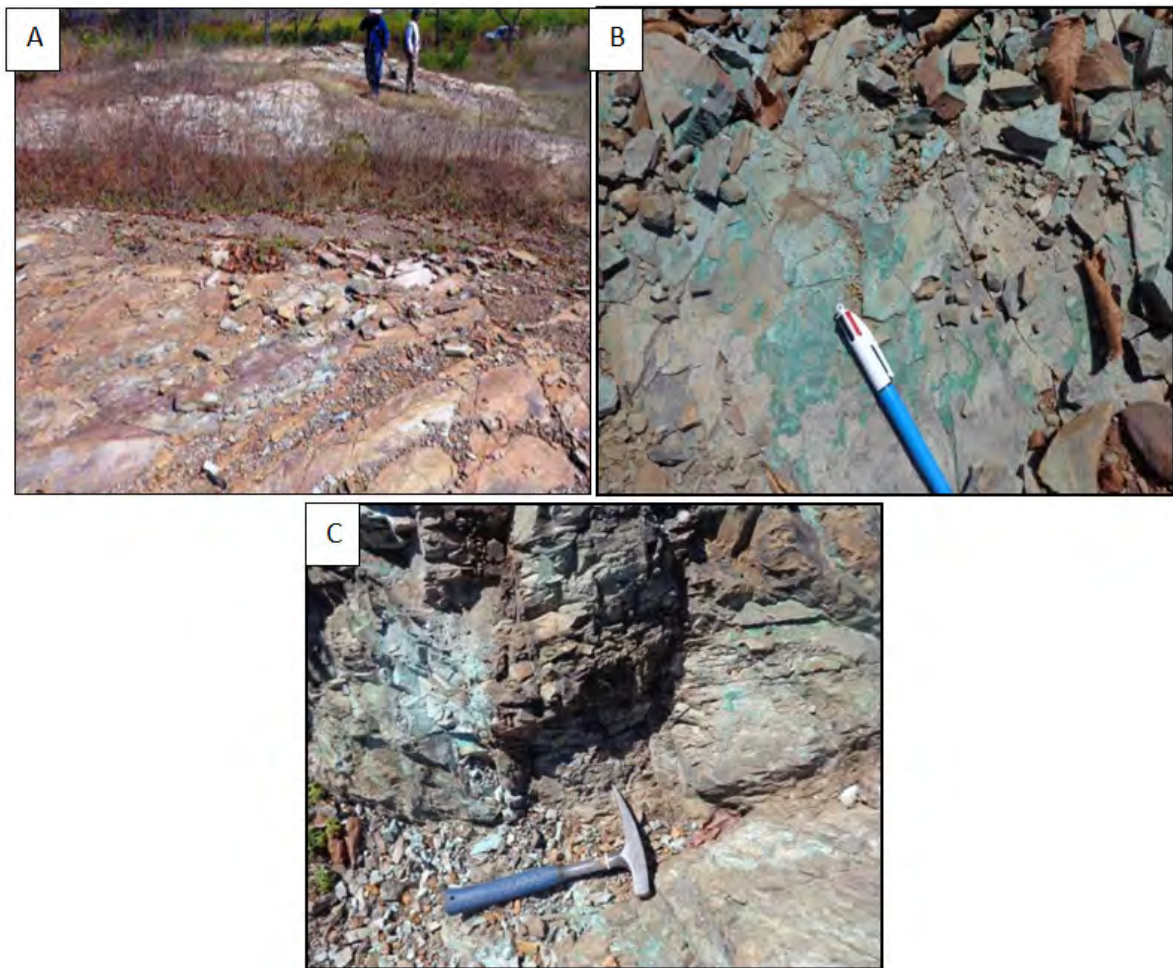
Na área do projeto existem algumas pedreiras que extraem granitoides associados ao Corpo Granitoide Mansidão, para produção de paralelepípedo devido à sua estrutura maciça a pouco foliada. O desmonte é feito com a utilização de picaretas, sendo depois separados em pequenos blocos e utilizados como pedras de talhe. Sua lavra é informal e realizada de maneira rudimentar, servindo como complementação de renda para alguns trabalhadores rurais, tendo como maiores consumidores as prefeituras mais próximas, que as utilizam para pavimentação de ruas.

Alguns locais de afloramento de rochas gnáissicas são propícios à exploração de material para construção civil. O principal deles é a pedreira da Fazenda dos Morros, de onde é retiradas rochas para a construção da Barragem Atalaia, a Norte da Folha Rio Paraim (figura 7.12 A). Os gnaisses, devido a suas características estruturais em regime dúctil, também são indicados para ornamentação, como a vantagem de ser pouco fraturado permitindo assim a extração de blocos de maiores dimensões. Ainda relacionados com coberturas neógenas ocorrem cascalheiras (figura 7.12 B) para utilização em revestimentos de estradas e rodovias.

### 7.3.2 - Argila

Substância mineral utilizada por pequenas olarias no fabrico temporário, em pequena escala, de tijolos e telhas atendendo parcialmente partes das localidades circunvizinhas. Está associada a finos fragmentos micáceos da fácies xistosa do Grupo Rio Preto ocorrendo em paleodepressões instaladas nas planícies fluviais. A principal olaria na Folha Mansidão localiza-se na fazenda Pedras no município de Santa Rita de Cássia (BA).





Figuras 7.11 - Região de Araçá (PI) onde afloram os meta-argilitos com mineralizações de carbonato de cobre (malaquita) pertencente à Formação Porta do Araçá. Visão geral do afloramento superficial (A) e detalhes das rochas mineralizadas com cobre (B e C).



Figura 7.12 – Pedreira de gnaisses da Fazenda Morros (A) e cascalhos existentes nas coberturas neógenas (B).

Na Folha Parnaguá duas áreas de ocorrências de argila foram cadastradas na poção leste, no município de Riacho Frio (PI), as quais estão associadas a planícies de inundação e várzeas dos principais rios da região. Destas ocorrências, apenas uma foi vista sendo extraída através de escavamento e retirada do material manualmente ou com pequenos tratores, realizada pelos moradores da região.

Já na Folha Rio Paraim, embora não tenha sido encontrado locais com exploração efetiva de argilas, os xistos por sua vez, promovem a sua deposição em planícies. Argilas, a princípio são indicadas para o fabrico de tijolos, além de sua mineralogia de cores diversificadas, podendo ser utilizadas como matéria prima para a indústria de cosméticos.



### 7.3.3 - Areias

Foram cadastradas pequenas ocorrências de areia de forma mais restrita, sendo extraídas de maneira informal para uso em pequenas construções locais. Em alguns locais foram vistas exploração de areia para construção civil, principalmente nos leitos dos rios temporariamente secos. São lavras informais e se destinam ao consumo de populações locais. Em geral, são areias brancas compostas predominantemente por quartzo (figura 7.13).

### 7.3.4 - Quartzito

Dentre as rochas mapeadas foram cadastradas algumas ocorrências de quartzitos, apresentando-se com características evidentes para uso em calçamentos (pedras de revestimentos). São em sua maioria maciços de coloração cinza clara, às vezes esbranquiçadas e avermelhadas com dureza alta por se encontrar não intemperizado, com suas texturas metamórficas preservadas (figuras 7.14 A e B). Na região de Parnaguá (PI) ocorrem em cristas alinhadas e na



Figura 7.13 – Local de extração de areia para construção civil local de maneira informal e rudimentar, município de Riacho Frio (PI).

forma de blocos e matacões oriundos dos processos de intemperismo dessas cristas.

### 7.4 - OUTRAS OCORRÊNCIAS DE MENORES IMPORTÂNCIAS (SEIXOS, CRISTAIS DE ROCHAS, SALITRE E CALCÁRIO)

Em um depósito aluvionar no Rio Preto, localizada no extremo sudoeste da Folha Mansidão, existe uma camada de seixos de aproximadamente 3 (três) metros de espessura, localizada abaixo de uma camada argilosa de coloração cinza. Substância mineral explorada pelo método de garimpagem, utilizada na construção civil e comercializada em Santa Rita de Cássia (BA).

Os dados dos cristais de rocha (quartzo hialino) foram retirados de Arcanjo e Braz Filho (1999), pois estes cristais de rochas não são mais explorados na região. Segundo os referidos autores, os jazimentos desta substância mineral ocorrem em veios de quartzo encaixados nos metassedimentos dos grupos Rio Preto e Santo Onofre, orientados segundo a direção N45°E. Todos os garimpos de extração desta substância há muito tempo foram abandonados e, segundo Winge (1972) o cristal produzido era de baixa qualidade e de pequena importância ou destituído de significado econômico.

Os salitres encontram-se impregnado em metarenitos da fácies xistosa do Grupo Rio Preto na fazenda Campo de Cima, município de Santa Rita de Cássia (BA). De coloração esbranquiçada e habito granular, constituído principalmente por concentrações de sais na superfície de metarenitos, sem apresentar significado econômico.

Na Folha Parnaguá de forma mais restrita afloram calcários nos metassedimentos e nas grauvacas/brechas da Bacia do Araçá, na localidade de Araçá, no município de Corrente (PI). Também na mesma região têm-se indícios de fosfatos.



Figura 7.14 – Detalhe de rochas quartzíticas de cor cinza a avermelhadas extraídas informalmente para uso em pequenas construções e calçamentos de ruas (A e B), município de Parnaguá (PI).



## **8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **8.1 - CONCLUSÕES**

O mapeamento desta área foi realizado na escala 1:100.000, que combinado com dados petrográficos, litogeoquímicos, geofísicos e geocronológicos, além de informações bibliográficas, permitiram um avanço na cartografia geológica das folhas Mansidão, Rio Paraim e Parnaguá, bem como o entendimento da estratigrafia e evolução da mesma, principalmente no sul e noroeste dos estados do Piauí e Bahia, respectivamente.

A área do Projeto encontra-se inserida nos domínios das províncias estruturais do São Francisco e Parnaíba, quase que em sua totalidade encontra-se na borda norte-noroeste do Cráton do São Francisco, na Faixa de Dobramentos Rio Preto e o restante na borda sudeste da Bacia do Parnaíba.

As unidades mais antigas do referido cráton, na área do projeto está representada pelas rochas arqueanas/paleoproterozoicas do Complexo Cristalândia do Piauí. Ainda de idade paleoproterozoica encontram-se as rochas do Complexo Júlio Borges, do Corpo Granitoide Mansidão e do Granito Volta Grande. No Neoproterozoico temos as rochas dos grupos Rio Preto, Santo Onofre e Bambuí; as rochas paleozoicas pertencem as bacias do Parnaíba e Araçá, e os depósitos e coberturas são cenozoicas.

A Folha Rio Paraim está inserida quase que integralmente no contexto do Grupo Rio Preto, cujo embasamento possui idade predominantemente paleoproterozoica e os metassedimentos foram depositados no Mesoproterozoico, sendo ainda capeado discordantemente por sedimentos neoproterozoicos do Grupo Bambuí.

A idade mais antiga foi identificada como pertencente ao Complexo Cristalândia do Piauí na Folha Rio Paraim, na forma de um núcleo Arqueano retrabalhado no Paleoproterozoico, cuja idade foi determinada por U-Pb em  $2.656 \pm 33$  Ma com retrabalhamento metamórfico em torno de 2.100 Ma.

Demais datações por U-Pb, na Folha Rio Paraim, revelaram que os paragnaisse herdaram zircões das rochas anteriormente formadas. Revelaram ainda que as rochas foram metamorfizadas e/ou formadas em um evento ocorrido por volta de 2200 Ma, sendo que um processo de migmatização deu-se em torno de 2000 Ma, gerando bolsões de leucossoma encontrado principalmente a oeste da referida folha.

Os metassedimentos do Grupo Rio Preto são formados por xistos, muitas vezes grafitosos e por

quartzitos. Esta sequência faz parte de um sistema deposicional que preencheu um possível *rifte* em ambiente subaquoso, de mar raso a profundo e/ou epicontinental. O manganês presente nestes sedimentos indicariam a existência de uma possível crosta oceânica na base dos sedimentos ou ainda diques e *necks* vulcânicos máficos.

Com o surgimento do Ciclo Brasileiro, parte dos sedimentos presentes no Cráton São Francisco foram empurrados sobre as rochas do Grupo Rio Preto com eventuais deposições diretamente sobre eles em discordância erosiva.

Em tempos mais recentes, houve uma erosão generalizada nas rochas com a consequente deposição de sedimentos inconsolidados que cobrem quase todas as unidades, restando poucos afloramentos expostos para estudo.

Na região da fazenda Porta do Araçá (Folha Parnaguá) no município de Corrente (PI) foram mapeados litotipos metassedimentares de baixo grau metamórfico, constituídos por metassiltitos, filitos e meta-argilitos intrudidos por uma rocha ígnea isotrópica com textura grossa e coloração esverdeada, constituída por um epidoto-anfibólio gabro/diabásio pórfiro, contendo carbonato/calcita e clorita. Importante ocorrência de carbonato de cobre (malaquita) foram cadastradas na região onde afloram os metassedimentos argilosos da Bacia do Araçá; nos metassiltitos/filitos, além das ocorrências de cobre (malaquita) ocorrem manganês (pirolusita/polianita), principalmente na região da fazenda Porta do Araçá e adjacências

Dos jazimentos cadastrados o manganês é a substância mineral de maior importância da área em estudo, representados por depósitos e várias ocorrências. Tais mineralizações estão associadas principalmente ao Grupo Rio Preto, ao Complexo Júlio Borges e as coberturas lateríticas e arenosas das formações superficiais. Comumente são observados corpos de rochas manganíferas localizados nas rochas xistosas do Grupo Rio Preto, próximo ao contato com dos quartzitos da Formação Boqueirão, além de crostas manganíferas. Este corpos são aflorantes e descontínuos em superfície, porém são paralelos a Serra do Boqueirão, com foliação média de  $340^\circ/40^\circ$ SW. Dois destes corpos podem ser considerados depósitos, os dos alvos Porteira e Cardão, município de Mansidão (BA), pesquisados pela empresa Rio Manganês Mineração.

Ainda em relação aos recursos minerais foram encontrados por quase toda área da Folha Rio Paraim,

basicamente quatro minérios com potencial exploratório. São eles o Manganês, Titânio, Ferro e Grafita, além de material para cerâmicas e construção civil. O manganês dispõe-se em crostas lateríticas mineralizadas em óxido de manganês e óxido de ferro. O titânio ocorre em ilmenita e rutilo, relacionados a crescimentos minerais em fases posteriores de deformação dos xistos. O ferro além da sua ocorrência em crostas lateríticas ainda ocorre como formações ferríferas relacionados a quartzitos possivelmente paleoproterozoicos. A grafita apresenta-se associada aos xistos do Grupo Rio Preto como lentes de dimensões métricas a decamétricas.

No levantamento de geoquímica prospectiva, numa faixa que vai do centro-oeste até o sudeste da Folha Parnaguá sobre o Complexo Cristalândia do Piauí, ocorrem anomalias de Cu, Cr, Ni, Cd, Mn e outros elementos traços. Nesta mesma faixa destacam-se ocorrências de Cu, Fe, Mn e calcário, além de destaques mineralógicos de calcopirita e florencita (fosfato de cério) nas bateias. Na parte mais a nordeste da referida folha existe uma concentração de Fe sobre os sedimentos da Formação Tianguá e pintas de ouro aluvionar oriundo das rochas sedimentares do Grupo Serra Grande.

## 8.2 - RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a realização de datações geocronológicas adequadas para rochas das unidades litoestratigráficas do Grupo Rio Preto.

Do ponto de vista econômico a região sul do estado do Piauí e noroeste da Bahia, no que se refere às Bacias do Araçá e Parnaíba, ao Cráton do São Francisco e a Faixa de Dobramento Rio Preto, necessita de maiores estudos geológicos de detalhe para melhor avaliar as ocorrências minerais da região. Seria conveniente a realização de um estudo conjunto das folhas deste projeto e todas outras que bordejam a

borda sudeste a Bacia do Parnaíba utilizando dados de geoquímica, geofísica e geologia visando uma integração metalogenética da região.

Destacam-se na Folha Mansidão a área noroeste com anomalias de manganês e destaques de magnetita ampliando sobremaneira a área de ocorrências de manganês e grafita; a zona de contato do Grupo Rio Preto com a Formação Serra do Boqueirão 2 com suas ocorrências de manganês e grafita e destaques de magnetita na bateia; a vocação metalogenética do Complexo Júlio Borges e do Corpo Granitoide Mansidão.



## 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCKMIM, F. F.; BRITO NEVES, B. B.; ALVES, J. A. C. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. In: J. M. L. Dominguez, A. Misi (Ed.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador: SBG/Núcleo Bahia-Sergipe, 1993. p. 45-62.
- ALCKMIM, F. F., MARSHAK, S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, 90:29-58.
- ALMEIDA, F. F. M. **O Cráton do São Francisco**. *Rev. Bras. Geociências*. 7: 349-364, 1977.
- ALMEIDA, F. F. M. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, 198, São Paulo. **Atas do...** São Paulo: SBG, 1981. v. 1, p.1-20.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. Inundações marinhas fanerozoicas no Brasil e recursos minerais associados. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004. p.43-58.
- AQUINO, M. R. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Curimatá (SC.23-Z-A-II)**. Texto explicativo, 2014. Programa Geologia do Brasil, CPRM.
- ARCANJO, J. B. A.; BRAZ FILHO, P. de A. (Org.). **Curimatá Folha SC.23-Z-A, Corrente Folha SC.23-Y-B (parcial), Xique-Xique Folha SC.23-Z-B (parcial): estados da Bahia e do Piauí**. Brasília: CPRM, 1999. Escala 1:250.000. 64 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.
- ASMUS, H.E.; PORTO, R. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26, Belém, 1972. *Anais do...* Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972, p. 67-90.
- BARBOSA, J. S. F. **O Manganês do Oeste da Bahia**. Salvador, 1982. 129 p.il. Dissertação (Mestrado Geologia), Instituto de Geociências, UFBA, 1982.
- BARBOSA, O. , BATISTA, M. B. **Projeto Leste do Tocantins/Oeste do Rio São Francisco**: relatório de fotointerpretação preliminar. Fase II. Petrópolis: PROSPEC, 1971.
- BARBOSA, O. , RAMOS, J. R., GOMES, F. A., HELMBOLD, R. Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do Projeto Araguaia. Rio de Janeiro: Monografia da DGM, nº 19, 1966, 94p. il.
- BLANKENNAGEL, R. K. 1952. Report on the eastern margin of the Maranhão basin Belém, Petrobrás, (Rept. 27).
- BRITO NEVES, B. B. The Cambro-Ordovician of the Borborema Province. *Boletim IG, Série Científica*, São Paulo, v. 29, p. 175-193, 1999.
- CAMPBELL, D. F.; ALMEIDA, L. A.; SILVA, S. O. **Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão**. Rio de Janeiro: Cons. Nac. do Petr., 1949. 160 p. (Boletim, 1).
- CAPUTO, M. V. **Stratigraphy, tectonics, Paleoclimatology and Paleogeography of Northern Basins of Brazil**. 1984. 583 f. Tese (Doutorado em Geologia) - University of California, Santa Barbara, 1984.
- CAPUTO, M.V. & LIMA, E.C. 1984. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande - Bacia do Parnaíba. In: CONOR. BRAS. GEOL., 33. Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 2, p. 740-753.
- CAROZZI, A.V., FALKENHEIN, F.U.H., CARNEIRO, R.G., ESTEVES, F.R. & CONTREIRAS, C.J.A. 1975. Análise ambiental e evolução tectônica sin-sedimentar da seção siluro-eocarbonífera da Bacia do Maranhão. *Ciência-Técnica-Petróleo*, Rio de Janeiro, 7: 1-60.
- CARTA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARNAÍBA. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, N°01, Vol. 8, 1994.
- CAXITO F. A. 2010. **Evolução tectônica da Faixa Rio Preto, Noroeste da Bahia / Sul do Piauí**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 151 p.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Aerogeofísico Cristalândia do Piauí: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. Rio de Janeiro: Lasa Engenharia e Prospecção, 2009. v. 1. 133 f.
- CUNHA, F.M.B. Evolução Paleozoica da Bacia do Parnaíba e seu arcabouço Tectônico. Tese (Mestrado em Ciências Geológicas) Instituto de Geociências, UFRJ, 1986.107 p. il.
- DELGADO, I. M., PEDREIRAS, A. J., THOMAN, C. H. 1994, J. . Geotectônica do Escudo Atlântico. In: Bizzi,

- L. A., Schobbenhaus, Vidotti, R.M. Gonçalves, J. H. (Eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. cap. 5, p. 227 - 334.
- DELLA FAVERA, J. C. **Tempestitos da Bacia do Parnaíba**. 1990. 243 p. Tese (Doutorado em Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- DELLA FÁVERA, J.C. 1980. Reconhecimento de novas fácies e ambientes deposicionais na Bacia do Parnaíba. Anais 31º Congresso Brasileiro de Geologia, Camboriú, 2: 356-357.
- DELLA FÁVERA, J.C. 1982. Devonian storm and tide-dominated shelf deposits, Parnaíba Basin, Brazil. AAPG Bulletin, Tulsa, 66: 562.
- DERBY, O.A. Estructura geológica e minerais: a geographia física do Brasil. Rio de Janeiro, G. Lenzinger. p.43-59. 1884.
- DOMINGUES, A. J. 1947. **Contribuição à geologia da região centro-ocidental da Bahia**. Revista Brasil de Geografia, p. 57-82.
- EBERT, H. (1968) Ocorrências da fácies granulítica no sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipótese sobre a sua origem. *Anais da Academia Brasileira de Ciências. Suplemento*, v. 40, p. 215-229.
- EGYDIO-SILVA M. 1987. **O sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco**. Tese de doutorado, IGC-USP, São Paulo, 141p.
- FIGUEIREDO, M. C. H. 1989. Geochemical evolution of eastern Bahia, Brazil: A probably Early-Proterozoic subduction-related magmatic arc. *Journal of South American Earth Sciences*, 2 (2):131-145.
- FREITAS, E.L. 1990. Análise Estratigráfica da Sequência Devoniana aflorante na Bacia do Parnaíba entre as cidades de Picos e Oeiras (PI). Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 175 p.
- FUCK, R. A., JARDIM DE SÁ, E. F., PIMENTEL, M. M., DARDENE, M. A., SOARES, A. C. P. **As faixas de dobramentos do Cráton do São Francisco: sínteses dos conhecimentos**. In DOMINGUEZ, J. M. L., MISI, A. O Cráton do São Francisco: trabalhos apresentados na reunião preparatória do II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, realizada em Salvador (BA), 1992. SBG:SGM;CNPq, 213p, 99il.
- GÓES, A. M. **A Formação Poti (carbonífero superior) da Bacia do Parnaíba**. 1995. 171 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, 1995.
- GÓES, A. M. O; FEIJÓ, F. J. **Bacia do Parnaíba**. B. de Geoc. da Petrobrás, v. 8, n. 1, p. 57-67, jan.-mar., 1994.
- GÓES, A.M. de O. ; SOUZA, J.M.P. de & TEIXEIRA, L.B. Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da bacia do Parnaíba. Bol. Téc. da PETROBRAS, Rio de Janeiro, 4(1): 55-64, 1990.
- GÓES, A.M. de O. ; TRAVASSOS, W.A.S. & NUNES, K.C. Projeto Parnaíba, re avaliação da bacia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 4, Belém. Boletim... Belém, SBG, 1994, p.11-14. il.
- GUIMARÃES, D. (1951) *Arqui-Brasil e sua evolução geológica*. Boletim. DNPM/DFPM. Rio de Janeiro, n. 88, p. 1-314.
- GUIMARÃES, J. T. **Proposta de revisão estratigráficas e correlação do Supergrupo Espinhaço nas regiões da Chapada Diamantina e Espinhaço Setentrional – Bahia**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44., 2008, Curitiba. Anais... Curitiba: SBG, 2008. P. 102.
- JARDIM DESÁ, E. F.; MARIA H. E. MACEDO; REINHARDT A. FUCK; KOJI KAWASHITA. Terrenos Proterozoicos na Província Borborema e a margem Norte do Cráton do São Francisco. **R. Bras. de Geol.**, v. 22, n. 4, p. 472-480. 1992.
- KLEMM H.D. 1980. Petroleum basins – classification and characteristics. *J. Petrol. Geol.*, 3: 187-207.
- KEGEL, W. 1953. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Boletim da DGM, Rio de Janeiro, 141:1-41.
- LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. **Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética: relatório final da etapa III: texto**. Recife: CPRM, 1978. 16 v. il.
- LISBOA, M. A. R. 1914. The Permian geology of Northern Brazil. *American Journal of Sciences*, 177: 425-442.
- LOCZY, L. LADEIRA, E. Geologia estrutural e introdução à geotectônica. 1 ed. São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 1976. 528p.
- LOUREIRO et al. (2008). **Projeto Barra-Oliveiro dos Brejinhos: relatório final**. Salvador: CPRM; CBPM, 2008. 156p. il.; color. + 2 mapas.
- MACHADO, N., CARNEIRO, M. A. 1992. A major Archean tectonothermal event in the São Francisco shield, Brazil: U/Pb evidence from the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 29(11):2341-2346.
- MARINHO, M. M., GALVÃO, C. F., NONATO, I. F., LUZ, D. S., BRITO, R. S. S. 1993. *Geologia e potencialidade mineral da borda nordeste da Faixa Contendas*.



- Mirante e do Sill do Rio Jacaré, Bahia.* Salvador, CBPM, Integração e síntese por Augusto J. Pedreira e Icalmar A. Vianna. (Série Arquivos Abertos, 6), 17 p.
- MORAES REGO, L. F. 1926. **Reconhecimento geológico da parte ocidental do Estado da Bahia.** Rio de Janeiro, SGM, Boletim 13, p. 33-54.
- PLUMMER, F. B. **Bacia do Parnaíba.** Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Petróleo, 1948. p. 87-143. (Relatório de 1946).
- RODRIGUES, R. **Estudo sedimentológico e estratigráfico dos depósitos silurianos e devonianos da Bacia do Parnaíba:** geologia do sudoeste de Carolina. Belém: PETROBRÁS/RENOR, 1967. 63p. Relatório Técnico.
- SANTOS, A. R.; MENESES P. R.; Santos U. P. 1977. **Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento geológico regional – Folha Rio São Francisco.** Instituto Nacional de Pesquisas Energéticas, São José dos Campos, Dissertação de Mestrado, 168 p.
- SILVA, M. E. O Sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco. 1987. 141 f. Tese (Doutorado em Geologia Geral e aplicação)- instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
- SMALL, H. L. **Geologia e suprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará.** Rio de Janeiro: Inspectoria de Obras Contra as Secas, 1914. 146 p. (Série Geológica, Publicação 32).
- SOUZA, J. D. et al. **Projeto Colomi. Geologia da Região do Médio São Francisco:** relatório final. Salvador: CPRM, 1979. 10 v.
- TEIXEIRA, W. Avaliação do acervo de dados Geocronológicos e isotópicos do Cráton do São Francisco: implicações tectônicas. In: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, 2., 1993, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1993. p.11-34.
- TEIXEIRA, W., FIGUEIREDO, M. C. H. 1991. An outline of Early Proterozoic crustal evolution in the São Francisco Craton, Brazil: a review. *Precambrian Research*, 53(1):1-22.
- TEIXEIRA, W. ; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.
- UHLEIN, A. et al. **Estratigrafia e tectônica das faixas neoproterozoicas da porção norte do Cráton do São Francisco.** *Geonomos*, 19(2), 8-31, UFMG, 2011.
- WINGE, M. **Geologia da Região das Serras de Estrito e Boqueirão, NW da BA-SSE-PI.** Recife: SUDENE, 1972. Glp.il. 1 mapa. (Geologia Regional, 17).

A elaboração do mapa geológico e recursos minerais das Folhas Parnaguá, Rio Paraim e Mansidão, na escala 1:100.000, resulta de uma ação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia.

O projeto foi executado pela Residência de Teresina do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, dentro das diretrizes do Programa Geologia do Brasil.

A Carta Geológica na escala 1:100.000 – cujo objetivo é o de gerar e difundir informações geológicas e de recursos minerais para subsidiar o planejamento territorial e o uso do solo e subsolo, além de induzir o aumento dos investimentos em prospecção e pesquisa mineral, com vistas ao desenvolvimento da indústria de mineração no país.

Esse produto deverá auxiliar o governo do estado e órgãos de planejamento, no estabelecimento de políticas públicas de desenvolvimento regional, na medida em que servirão de base para estudos de prospecção e exploração mineral e na adoção de ações estratégicas que visem o desenvolvimento econômico-social.

Nesse contexto, o conhecimento geológico sistematizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM também passa a ser considerado como fonte primordial de informação do meio físico e requisitado para os estudos de zoneamento ecológicoeconômico e de gestão ambiental.

## **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DAS FOLHAS PARNAGUÁ – SC.23-Z-A-I, RIO PARAIM – SC.23-Z-A-IV E MANSIDÃO – SC.23-Z-A-V**

**Escala: 1:100.000**

### **ESTADOS DO PIAUÍ E BAHIA**



**PAC**

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

#### **SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS**

Tel: 21 2295-5997 – Fax: 21 2295-5897  
E-mail: seus@cprm.gov.br

#### **OUVIDORIA**

Tel: 21 2295-4697 – Fax: 21 2295-0495  
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br